RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE
Būvmehānikas katedra

F. Bulavs, I. Kiščenko, I. Radiņš

SKAITLISKO APRĒĶINU REALIZĀCIJAS METODES

būvniecības specialitātes studentiem

Rīga, 2008

Izdevumā apkopotais materiāls ir palīglīdzeklis Būvniecības fakultātes studentiem apgūstot datormācības kursu pirmajā un otrajā semestros. Materiāls satur programmēšanas valodas PASCAL pamatelementus, MATHCAD pielietojuma un izmantošanas principus un būvelementu piepūļu aprēķinu piemērus. Ir izklāstīti stieņu sistēmu piepūļu, spriegumu un pārvietojumu aprēķinu realizācijas programmas ANALYSIS for WINDOVS 1.9 pielietojuma metodika un piemēri.
Izklāstītais materiāls ilustrēts ar programmu piemēriem un to komentāriem, kā arī ar konkrētu darinājumu piepūļu aprēķinu piemēriem. Veiksmīgas vielas apgūšanas kontrolei studentam tiek piedāvāta virkne paškontroles uzdevumu ar atbildēm.

Iespiests saskaņā ar Būvmehānikas katedras 2007. gada 17. maija sēdes lēmumu Nr. 05/07.

SATURS

1. PROGRAMMĒŠANAS PAMATI PASCAL VIDĒ

1.1. Ievads

XX g.s. 40-tajos gados notika principiāls pavērsiens skaitļošanas tehnikas attīstībā. Radās pirmās elektroniskās skaitļojamās mašīnas. Pirmā ESM tika radīta 1945. gada beigās ASV un tātad jau 60 gadus ilgst ESM tehnisko iespēju pilnveidošanas un attīstības periods. Straujā datoru attīstība un to plaša ieviešana dažādās saimniecības nozarēs radīja priekšnosacījumus jaunas zinātnes nozares – informātikas izveidei un attīstībai. Datori faktiski ir informācijas apstrādes darbarīki un to veiksmīga izmantošana lielā mērā saistīta ar datoru matemātiskā aprīkojuma kvalitāti. Tas aktualizē problēmas par informācijas apstrādes algoritmizāciju un skaitļojamo programmu izstrādi un pilnveidošanu.

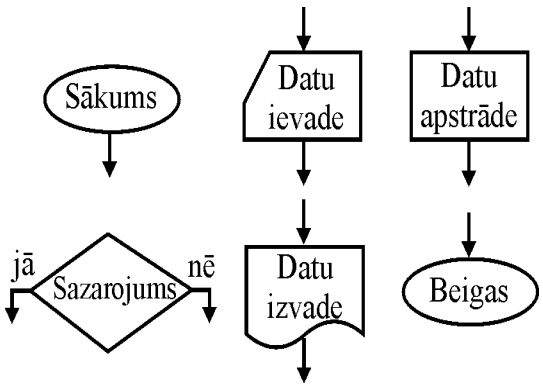
Risinot konkrētus uzdevumus ar datoru palīdzību vispirms jāsastāda šī uzdevuma atrisināšanas algoritms, t.i. precīzs un nepārprotams priekšraksts jeb norādījums izpildītājam veikt kādu darbību virkni, lai sasniegtu nepieciešamo rezultātu. Dators nevar atrisināt uzdevumu, kuru tā risinātājs pats neizprot un nevar noformulēt tā atrisināšanas algoritmu. Bet arī tad, ja šāds algoritms ir noformulēts, tas jāievada datorā tam saprotamā formā. Šāda forma ir programma, kas kopā ar izejas datiem tiek ierakstīta datora atmiņā. Diemžēl, datori, pat paši „gudrākie", nesaprot nevienu no cilvēku sazināšanās valodām. Līdz ar to rodas nepieciešamība izveidot „mākslīgu valodu", ko sauc par algoritmisko jeb programmēšanas valodu. Kā viena no pirmajām jāmin *Basic* valoda, kuras pirmais variants tika radīts 1964. gadā iesācējiem, vienkāršu programmu sastādīšanai. Eksistē simtiem šīs valodas versiju, kuras bieži vien maz savietojamas savā starpā. *Basic* guvis plašu pielietojumu mikrokalkulatoros. Šī valoda nav domāta lielu, sarežģītu programmu sastādīšanai. Plaši tiek lietotas *Quick Basic* (firma Microsoft), *Turbo Basic* (firma Borland) un *Visual Basic* valodas.

1970. gadā Cīrihes Federālā Tehnoloģiskā institūta profesors **Niklavs Virts** studentu apmācīšanai programmēšanā izstrādāja valodu ***Pascal*.** Valodas nosaukums tika izvēlēts par godu franču matemātiķim un filozofam Blēzam Paskālam (1623 – 1662), kurš jau 17. gs. izvirzīja ideju par informācijas datu mehānisku apstrādi un ņēma dalību aritmometra izveidošanā un pilnveidošanā. Šai valodā programmas viegli lasāmas un tās satur visus stingra programmēšanas stila ievērošanai nepieciešamos elementus. Sākotnēji šī valoda bija ar visai ierobežotām iespējām, bet laika gaitā tā tika papildināta un uzlabota, radās tās versijas. Firma Borland radīja versiju ***Turbo Pascal*** ar visai plašām iespējām. Šī versija ir augsta līmeņa strukturēta valoda, kas ļauj uzrakstīt jebkura garuma un grūtuma programmas.

Programmēšanas valodu ***Pascal*** var uzskatīt par universālu. Tai ir vienkārša konstrukcija, plašas iespējas izveidoto programmu pareizības kontrolei kā to kompilācijas (programmas translācijas mašīnas kodu valodā), tā arī izpildes laikā. Valoda ietver sevī galvenos programmēšanas jēdzienus un konstrukcijas, tajā izmantoti strukturālās programmēšanas principi un tā pielietojama dažāda profila uzdevumu risināšanai, pie kam nezaudējot vienu no savām galvenajām īpašībām - relatīvu vienkāršību.

1.2. Algoritmizācija

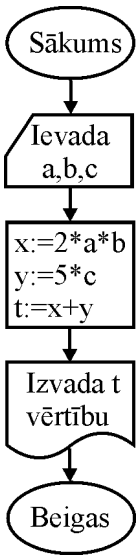
Cilvēku rīcību ikdienas dzīvē lielā mērā regulē **instrukcijas**, t.i., iepriekš izstrādātas operācijas un to izpildes kārtība, kas ļauj sasniegt vēlamo rezultātu. Kā piemēru var minēt mobilā telefona ekspluatāciju. Tikai precīzi izpildot atbilstošas instrukcijas var sasniegt vēlamo rezultātu. Lai iegūtu matemātiska rakstura uzdevuma atrisinājumu, ir jāzina šī uzdevuma atrisināšanas algoritms. Par **algoritmu var uzskatīt konkrētas secības darbību kopumu, kura pielietojums dotiem objektiem, nodrošina meklējamā rezultāta iegūšanu.** Algoritma pierakstam jābūt sadalītam precīzos nošķirtos soļos, kur katrā solī ir paredzēts izpildīt vienu vienkāršu norādījumu. **Katru** šādu **norādījumu sauc par komandu**. Sastādot, labojot un uzlabojot sarežģītākus algoritmus, to pieraksts teksta formā nav pietiekami uzskatāms un viegli lasāms. Tāpēc nereti programmēšanai paredzētos algoritmus veido ar grafisku elementu palīdzību. **Algoritma pieraksta grafiskā forma ir blokshēma,** kura veidota no atsevišķiem tipizētiem elementiem. Attēlā redzami blokshēmās izmantojamie grafiskie elementi.



Vispārīgā gadījumā katra algoritma komanda sastāv no divām daļām:

izpildāmās darbības un **norādes** uz vietu algoritma pierakstā, kur atrodas nākamā izpildāmā komanda.

Strukturētā teksta pierakstā tiek pieņemts, ka pēc katras komandas izpildes algoritma izpildītājam jāpāriet pie komandas, kas atrodas nākamajā rindā, ja vien nav bijis norādījums izpildīt kādu citu komandu. Tāds pats pieņēmums ir spēkā arī ***Pascal*** programmās.



Blokshēmās uz katru nākamo izpildāmo komandu norāda bultiņa, kura "iziet" no izpildītās komandas. Katram **blokshēmas elementam var pienākt viena bultiņa** (izņēmums ir sākuma elements, kuram nepienāk neviena bultiņa). **No katra blokshēmas elementa iziet tikai viena bultiņa** (izņēmums ir beigu elements, no kura neiziet neviena bultiņa un sazarošanās elements, no kura iziet divas bultiņas). Algoritmus, kuru komandas tiek izpildītas tādā secībā, kādā tās pierakstītas, sauc par **lineāriem algoritmiem**. Blokshēmās lineāro algoritmu pierakstā nelieto sazarošanās elementus.

Parasti algoritmi netiek rakstīti vienam konkrētam gadījumam vai uzdevumam, bet gan veselai līdzīgu uzdevumu grupai. Algoritma blokshēmas piemērs, atbilstoši kurai nosaka funkcijas **t=2ab+5c** vērtību, redzams attēlā.

Bieži vien vienu un to pašu rezultātu var sasniegt pēc formas dažādos veidos. Formas izmaiņa dod iespēju meklēt racionālāko risinājuma variantu konkrētā uzdevuma atrisināšanai ar mērķi taupīt datora resursus un radīt ērtas programmas. Tā, piemēram, vidējo vērtību var noteikt kā vi-

su lielumu algebriskās summas dalījumu ar summējamo lielumu skaitu, $a_v = (\Sigma a_i)/n$, vai arī summējot katra lieluma n-tās daļas $a_v = \Sigma a_i / n$. Otrajā gadījumā tiek veikta (n-1) papildus aritmētiska darbība. No algebras zinām, ka lielums $c = a^2 - b^2$ iegūstams gan kā $c = a \cdot a - b \cdot b$, gan kā $c = (a-b)(a+b)$. Šai piemērā darbību skaits abos gadījumos ir vienāds, atšķirīga ir izpildes secība.

1.3. Pascal valodas pamatelementi

Programmēšanas valodas pieraksta, līdzīgi kā sarunu valodas pieraksta, pamatelementi ir burti, no kuriem tiek veidoti vārdi. Vārdi veido teikumus, bet no teikumiem sastāv jebkurš teksts. *Pascal* valodas ‘’alfabētu’’ veido sekojoši simboli:

- **26 latīņu alfabēta burti (a, ...z)**;
- **10 arābu cipari** (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9);
- **pasvītrojuma zīme** (_);
- **speciālie simboli.**

Speciālie simboli

Attēls	Nosaukums	Attēls	Nosaukums	Attēls	Nosaukums
+	pluss	#	numura zīme	**[ ]**	kvadrātiekavas
-	mīnuss	**$**	dolāra zīme	**{ }**	figūriekavas
*	zvaigznīte	=	vienāds	**:=**	piešķiršana
/	slīpa svītra	>	lielāks	**. .**	divi punkti
.	punkts	<	mazāks	**(**)**	Iekava - zvaigznīte
,	komats	>=	lielāks vai vienāds	**(..)**	Iekava - punkts
:	kols	<=	mazāks vai vienāds	@	adreses zīme
;	semikols	<>	nevienāds		
‘	apostrofs	**( )**	apaļās iekavas		

Tikai no šiem simboliem tiek veidoti programmās izmantojamo objektu vārdi (identifikatori). **Identifikatori** tiek veidoti no burtiem, cipariem un pasvītrojuma zīmes (bet ne speciāliem simboliem). Identifikatora garums nav ierobežots, bet to salīdzināšanai tiek ņemti vērā tikai pirmie 63 simboli. Identifikatora pirmajam simbolam jābūt burtam vai pasvītrojuma zīmei (bet ne ciparam). Mazie un lielie burti **ir līdzvērtīgi**.

Turbo Pascal valodā ir vairāk kā **60 rezervētu vārdu**, tādu kā **and**, **begin**, **case**, **const**, **div**, **do**, **else**, **end**, **for**, **goto**, **if**, **label**, **mod**, **not**, **of**, **or**, **repeat**, **then**, **var**, **write**, **until**, u.c., kuri lietojami tikai tiem paredzētā nolūkā.

1.4. Datu tipi

Pascal valodā izmantojamie dati iedalāmi trīs grupās: **skalārie**, **strukturētie** un **pārsūtāmie**.

Skalārie dati ir:

veselo skaitļu tips – tā atslēgas vārds ir **integer**;
reālo skaitļu tips - tā atslēgas vārds ir **real**;
loģiskais tips - tā atslēgas vārds ir **boolean**;
simbolu tips - tā atslēgas vārds ir **char**.

Veselo skaitļu tips. Turbo Pascal versijā ir **pieci** veselo skaitļu tipi. Šī grupa apvieno veselo skaitļu kopumu dažādos diapazonos.

Tips	Diapazons	Aizņemtās atmiņas apjoms
shortint	-128...127	1 baits
integer	-32768...32767	2 baiti
longint	-2147483648...2147483647	4 baiti
byte	0...255	1 baits
word	0...65535	2 baiti

Ar šiem veselo skaitļu tipa mainīgajiem var veikt aritmētiskas operācijas **+, -, *, / , div**, **mod**. Šo operāciju rezultātā iegūstam arī veselus skaitļus, izņemot dalīšanu (/), kuras rezultātā iegūstam racionālu skaitli.

Operācija **div** (no vārda *division* – dalīšana) ir dalīšana bez atlikuma (atlikums tiek atmests), bet operācija **mod** (*modulus* – mērs) saglabā tikai divu veselus skaitļu dalījuma atlikumu. Operācija a **mod** b izpildīsies tikai tai gadījumā, ja b>0.

Piemēri: ja 7/3=2,3(3), tad 7 **div** 3=2, bet 7 **mod** 3=1;
2 **div** 7=0; (-7) **div** 2=-3; 7 **div** (-2) = -3;
(-7) **div** (-2)=3; 23 **mod** 12=11.

Veselā skaitļa tipam izmantojamas divas iebūvētās procedūras:

dec(x,n) - samazina x vērtību par n, ja n nav noteikts, tad par 1.
inc(x,n) - palielina x vērtību par n, ja n nav noteikts, tad par 1.

Izmantojot **mod** dalīšanu, varam spriest par dota skaitļa dalāmību. Tā kā 9 mod 3 rezultāts ir nulle, tad dotais skaitlis dalās ar skaitli 3 bez atlikuma. Dalot (**mod**) jebkuru skaitli ar 2, nosakām, vai šis skaitlis ir pāra, vai nepāra skaitlis. Šāds paņēmiens plaši tiek lietots programmu izveidē.

Jāņem vērā, ka gadījumos kad veicamo darbību rezultātā iegūstam skaitli, kurš neatbilst norādītajam diapazonam, kļūda netiek uzrādīta un šī skaitļa vietā tiek izvadīts kāds cits (kļūdains) skaitlis.

Reālo skaitļu tipi. *Turbo Pascal*-ā ir pieci reālo skaitļu tipi. Šo tipu skaitļiem atbilst reālā skaitļa jēdziens matemātikā.

Reālā tipa skaitļu pierakstam iespējamas divas pieraksta formas:

- **ar fiksētu komatu** (punktu), piem., 16.1346495, 0.4395847, 2.5000000;
- **ar peldošu komatu** (eksponentforma), piem., 3.5E-11, -1E+3 (šo skaitļu vērtības attiecīgi ir $3.5 \cdot 10^{-12}$ un -1000).

Ar reāliem skaitļiem var izpildīt visas tās pašas aritmētiskās darbības, kā ar veseliem skaitļiem (izņemot darbības **mod** un **div**), tikai rezultāts būs reāls skaitlis.

Gadījumos, ja izpildot darbības rezultāts pārsniedz pieļaujamo augšējo robežu, tad tiek uzrādīta kļūda, bet, ja rezultāts ir mazāks par diapazona apakšējo robežu, attiecīgajam identifikatoram tiek piešķirta nulles vērtība.

Tips	Diapazons	Ciparu skaits mantisā	Aizņemtās atmiņas apjoms
real	± (2.9 E-39 ... 1.7 E38) (jeb $2{,}9 \cdot 10^{-39}$...$1{,}7 \cdot 10^{38}$)	11-12	6 baiti
single	± (1.5 E-45...1.7 E38) (jeb $1{,}5 \cdot 10^{-45}$...$1{,}7 \cdot 10^{38}$)	7-8	4 baiti
double	± (5.0 E-324...1.7 E308) (jeb $5{,}0 \cdot 10^{-324}$...$1{,}7 \cdot 10^{308}$)	15-16	8 baiti
extended	± (3.4 E-4932...1.1 E4932) (jeb $3{,}4 \cdot 10^{-4932}$...$1{,}1 \cdot 10^{4932}$)	19-20	10 baiti
comp	± 9.2 E+18 (jeb $9.2 \cdot 10^{18}$)	19-20	8 baiti

Comp faktiski ir veselo skaitļu tips ar palielinātu diapazonu.

Simbolu virkne. To pārstāv datu tips **string**, kas paredzēts simbolu tabulas elementu virknes uzglabāšanai un apstrādei. Maksimālais simbolu virknes elementu skaits ir 255. Simbolu virkne jāiekļauj apostrofos: 'Anna', 'X1', 'Y=7'.

Simbolu tips. Šī tipa vērtības ir galīga skaita sakārtotas simbolu tabulas elementi. **Simbolu tipa** (**char**) lielumi var būt jebkurš simbols, kurš atrodas datora simbolu kodu tabulā. Visi simboli sakārtoti augošā secībā pēc to kodiem, kas mainās no 0 līdz 255. Piem., **chr**(65) ir burts **A**, bet **chr**(66) - burts **B**.

Simboli, kas ieslēgti apostrofos ir simboliskā tipa konstantes, piem., ‘x’, ’6’, ’darbs’.

Simbolu tipam eksistē divas savstarpēji apgrieztas standartfunkcijas:

ord(c) - piešķir simbola **c** kārtas numuru simbolu tabulā;

chr(i) - piešķir simbolu, kuram atbilst kārtas numurs i.

Tā, piemēram., **ord**(A) = 65, bet **chr**(65) =’A’.

Loģiskā tipa (**boolean**) lielumiem ir iespējamas tikai divas vērtības: **true** (patiess) un **false** (aplams).

Ar tām var izpildīt loģiskās operācijas. Biežāk lietojamās ir: **and**, **or**, **not**. Loģiskā tipa funkcija ir **odd**(x). Šīs funkcijas vērtība ir **true**, ja x ir nepāru skaitlis un **false** - pretējā gadījumā.

Atvasinātie un uzskaitāmie tipi. Aprakstot uzskaitāmo tipu, programmētājs uzdod (uzskaita) visas tās vērtības, kuras mainīgajam varēs piešķirt, ja tas būs aprakstīts kā šī tipa mainīgais. Uzskaitāmā tipa mainīgie programmā var pieņemt tikai tādas vērtības, kuras uzskaitītas vērtību sarakstā.

Piemēram: **type**

Vasara= ('Junijs', 'Julijs', 'Augusts');

Uzskaitāmajam tipam pieļaujamas tikai salīdzināšanas operācijas un tam pielietojamas standartfunkcijas:

succ(x) -> uzdod aiz simbola x sekojošu simbolu no vērtību saraksta;

pred(x) -> uzdod pirms simbola x iepriekšējo simbolu no vērtību saraksta;

ord(x) -> uzdod simbola x kārtas numuru konkrētā simbolu kopā.

Intervāla tips. Jebkuram skalāram lielumam, izņemot daļskaitli, var izveidot jaunu skalāru lielumu ar vērtību izmaiņas intervālu. Intervāla noteikšana paaugstina programmas drošību, ekonomē atmiņu, kā arī programmas izpildes laikā kontrolē piešķiršanas operācijas. Intervālu var noteikt:

1) tipu apraksta daļā:

type <tipa nosaukums>=<konstante1> .. <konstante2>;

2) mainīgo apraksta daļā:

var <mainīgais>:<konstante1>..<konstante2>;

kur <konstante1> - apakšējā robeža;

<konstante2> - augšējā robeža.

Piemēram:
```
type  Burts='A'..'Z';
      Int=1..100;
var   i,j,k: Int;
      s,m: Burts;
```

Lietojot programmā standarta datu tipus, tie nav speciāli jādefinē, bet programmista izveidotie tipi jāuzrāda pēc vārda **type**.

Piemēram:
```
type  Diena =('Sestdiena', 'Svetdiena');
      Menesis=('Julijs', 'Augusts');
```

Tipi Diena un Menesis ir jauni tipi, bet vārdi ('Sestdiena', 'Svetdiena', 'Julijs', 'Augusts') pieder pie standarta tipa **string**.

1.5. Standartfunkcijas

Pascal valodas kompilatorā iebūvēto funkciju skaits nav liels. Biežāk lietojamās sakopotas tabulā.

Funkcijas nosaukums	**Funkcijas nozīme**	**Tips**	
		argumentam	funkcijai
abs(x)	$\lvert x \rvert$	**integer**	**integer**
sqr(x)	x^2	**real**	**real**

sin(x) **cos**(x) **arctan**(x) **exp**(x) **ln**(x) **sqrt**(x)	sinx cosx arctgx e^x lnx $\sqrt{x}$	**integer** vai **real**	**real**
trunc(x) **round**(x)	[x] –skaitļa veselā daļa noapaļošana līdz veselam	**real**	**integer**
odd(x)	nepārības pārbaude	**integer**	**boolean**

Trigonometrisko funkciju arguments **jāuzdod radiānos**. Gadījumos, kad arguments dots loka grādos, jāizmanto pārejas sakarība **x=(x^0)*pi/180**.

Logaritmu ar patvaļīgu bāzi **a** (nevis **e**) noteikšanai var izmantot sakarību **$\log_a$(x) = ln(x)/ln(a).**

Jāņem vērā, ka *Turbo Pascal*-ā kāpināšana tiek realizēta izmantojot logaritmu īpašību: ja c = a^b, tad **ln**(c) = b**ln**(a) un c = **exp**(b**ln**(a)). Līdz ar to nav iespējams kāpināt negatīvu skaitli. Šim nolūkam lietderīgi izmantot cikla operatorus.

Gadījuma skaitļu ģenerēšana ar funkciju RANDOM.

Daudzām parādībām dabā, tehnikā, ekonomikā un citās jomās ir gadījuma raksturs. Piemēram, metot metamo kauliņu, iepriekš nav iespējams paredzēt kāds skaitlis uzkritīs. Šādu parādību realizēšanai datorā var izmantot gadījuma skaitļu funkciju **random**, t.i., funkciju, kura izvada programmas "iedomātu" skaitli. Šo funkciju var izmantot arī gadījumos, kad programmas darbības pārbaudei nepieciešamas daudzas gadījuma rakstura skaitliskas vērtības.

Pieraksts **random**(n) ģenerē gadījuma skaitli no intervāla

0 <= random(n) < (n -1).

Gadījumos, kad **n** nav norādīts (izmantojam pierakstu **random** bez argumenta), tiek ģenerēts skaitlis no intervāla **(0,1),** tātad decimāldaļskaitlis.

Izpildot gadījuma skaitļu ģenerēšanu **vairākkārt**, lai nodrošinātu citu gadījuma skaitļu izvēli, tiek lietots operators **randomize.** Šis operators programmā izpildāms pirms funkcijas **random.**

1.6. Programmas struktūra

Risinot uzdevumus ar datoru palīdzību ir nepieciešams sastādīt programmas, kuras dotu iespēju datoram saprotamā veidā realizēt atbilstošo aprēķinu algoritmu. Jebkura programma satur mērķtiecīgā secībā izvietotu operatoru kopumu. Katrai programmai jāsatur vismaz viens izpildāmais operators, pretējā gadījumā tai nav jēgas.

Pascal valodas programmas struktūra parasti veidota trīs daļās:

program <nosaukums>**;**	{Turbo Pascal-ā nosaukums **var arī nebūt}**
<apraksta daļa>**;** vai datu apraksts	{tiek uzskaitītas visas turpmāk izmantojamās konstantes, iezīmes, mainīgie, apakšprogrammas un citi objekti }
begin <operatoru daļa> vai darbību apraksts **end.**	{darbību operatori tiek izvietoti to izpildīšanas secībā}

Programmas nosaukums nav obligāts. Vienkāršāku programmu gadījumos var nebūt arī <apraksta daļa> un tad programma sastāv tikai no <operatoru daļas>. Svarīga programmu noformēšanas sastāvdaļa ir komentārs teksta veidā, kurš ievietojams figūriekavās { } vai iekavās ar zvaigznītēm (* *). Komentārs palīdz izprast programmas tekstu un atvieglo tās lasīšanu citam speciālistam. **Komentārs nepiedalās programmas izpildē.**

1.6.1. Apraksta daļa

Šai daļā jābūt uzskaitītiem visiem <operatoru daļā> izmantojamajiem identifikatoriem, iezīmēm, funkcijām un procedūrām. Identifikatoriem tiek norādīts to tips. Apraksta daļa sastāv no sešām iespējamām pozīcijām. Tiek uzrādītas tikai tās pozīcijas, kuras ir nepieciešamas konkrētajā programmā. Ne vienmēr visas no sešām iespējamajām pozīcijām tiek izmantotas. Var būt arī gadījumi, kad apraksta daļa ir „tukša", t.i. tā nesatur nevienu no pozīcijām.

Šīs pozīcijas ir:

- programmā pielietojamo bibliotēkas **moduļu** saraksts (programmā apzīmē ar atslēgvārdu **uses**);
- **iezīmju** saraksts (**label**);
- **konstanšu** apraksts (**const**);
- no standartmoduļiem atšķirīgu **papildtipu** definēšana (**type**);
- **mainīgo** apraksts (**var**);
- **procedūru** un **funkciju** apraksts (**procedure**, **function**).

Apraksta pozīciju secība ir viennozīmīga (tā jāievēro):

1. Gadījumos, kad sastādāmajā programmā tiks izmantots kāds no ***Pascal*** valodas bibliotēkas standartmoduļiem, tas apraksta daļā jāuzrāda.

Piem.: **uses crt**, **graph**, u.c.

Var tikt veidoti arī nestandarta moduļi un turpmākajā programmēšanas daļā lietoti kā bibliotēkas sastāvdaļas.

2. Gadījumos, kad programmas operatoru daļā tiks veikta operatoru izpildes secības maiņa ar operatora **goto** palīdzību izmantojot iezīmes, tās jāuzrāda iezīmju daļā pēc atslēgvārda **label**. Iezīmes parasti ir naturālo skaitļu veidā, bet var būt arī teksta veidā.

Piem.: **label** 1, 5, 172, m1, stop;

Operatoru izpildes secības maiņas vietā pēc operatora **goto** tiek norādīta attiecīgā iezīme. Šo pašu iezīmi norāda pirms nākamā izpildāmā operatora to atdalot ar kolu.

Piem.: **goto** 5;

.....

5 : **write**(‘iezime ir 5’);

3. Gadījumos, kad programmā ir izmantojami konstanti lielumi, tie tiek uzrādīti pēc atslēgvārda **const**. Skaitliskās konstantes var būt veseli vai racionāli skaitļi. Racionālus skaitļus var pierakstīt divos veidos – ar **fiksētu vai peldošu punktu** (komatu). Simbolveida konstante tiek ieslēgta apostrofos. Loģiskām konstantēm iespējamas divas vērtības - **true** un **false**.

Piem.: **const** a =12; b=-20; c=5.34; d=**false**; e=**true**;

f=’Latvija’; vidvecums=35; fonds=1.5E+04; max=60;

4. Gadījumos, kad programmā nepieciešams izmantot tipus, kuri nav ***Pascal*** valodas standarttipi, tos definē pozīcijā aiz atslēgvārda **type**.

Piem.: **type** diena=(pirmd, otrd, ... svetd);

Vards=(aija, maija, gatis, sandris);

5. Aiz atslēgvārda **var** jāuzskaita **visi** mainīgie, kuri tiks izmantoti konkrētajā programmā un jāuzrāda to tips.

Piem.: **var** x, y, suma: **real;**
i, n: **integer**;
atbilde: **boolean**;
otrd: **diena**;
gatis, maija: **vards;**

6. Pēc atslēgvārda **procedure**, **function** tiek nosauktas un aprakstītas visas procedūras un definētas funkcionālās sakarības, norādot to skaitlisko vērtību noteikšanas algoritmus. Procedūras ir neatkarīgas programmas daļas, kuras veic konkrētas darbības. To struktūra ir analoga programmas struktūrai un tās var uzskatīt par mini programmām, kuras nepieciešamajā vietā tiek izsauktas ar to nosaukumiem (vārdiem). Piemērus skaties turpmāk.

1.6.2. Operatoru daļa

Tā ir programmas pamatdaļa un tajā tiek norādītas izpildāmās darbības to izpildīšanas secībā. **Operators ir sintaktiska konstrukcija** - pabeigta programmēšanas valodas frāze, **kas raksturo konkrētu datu apstrādes etapu.** Katrai komandai algoritma pierakstā atbilst konkrēts operators programmā. Operatoru skaits programmā nav ierobežots. Operatorus vienu no otra atdala ar semikolu, tātad **katra operatora beigās jāliek semikols (;)**. Izņēmums ir programmas beigas. Programmai vienmēr jābeidzas ar punktu.

Operatoru izpildes secības organizēšanai izmanto operatoru iekavas, t.i., vārdus **begin** un **end**. Tie lietojami tikai pārī. Tas nozīmē, ka pārbaudot programmu, jāseko tam, lai līdzīgi kā algebrisko iekavu gadījumā, atverošo iekavu skaits būtu vienāds ar aizverošo iekavu skaitu. Kā jau tika minēts, programmas lasīšanas atvieglojumam tiek izmantoti komentāri brīva teksta veidā to ieslēdzot figūriekavās { } vai (* *). Iekavās var tikt

iekļauti arī veseli programmu fragmenti, tā izveidojot pamatprogrammas vienkāršotu variantu. Šādi ieslēgumi neietekmē programmas izpildes gaitu.

1.7. Operatori

Programmas operatoru daļa sastāv no operatoriem, kuri var būt tukši, vienkārši un salikti. Operatorus vienu no otra atdala ar semikolu. Gadījumos ja operators atrodas pirms vārda **else**, tad aiz tā semikolu neliek. **Tukšajā operatorā** nav neviena simbola un tas nenosaka nevienu darbību. **Vienkārši** ir **operatori**, kuru sastāvā nav iekļauti citi operatori. Tādi operatori ir piešķires operators, datu ievades un izvades procedūru operatori un pārejas operatori. **Saliktie operatori** ir konstrukcijas, kuras sastāv no citiem (vienkāršiem) operatoriem. Šādas konstrukcijas tiek iekļautas operatoru iekavās **begin ..end;**.

Piešķires operators ir fundamentāls un uzskatāms par pamatoperatoru. Šī operatora simbolisks apzīmējums ir specifisks simbolu sakopojums **:=** un tiek lietots starp mainīgā identifikatoru un šim mainīgajam piešķiramo vērtību, kura var tikt uzdota skaitliskā vai izteiksmju veidā.

Piem.: **a1:= 2.5; y:= x/(1-x); f:= 3*c + 2*sin(x+pi/2); k:=n>m;**

Svarīgi izsekot tam, lai izteiksmes vērtība labajā pusē atbilstu kreisā pusē norādītā mainīgā tipam. Tomēr ir pieļaujams **real** tipa mainīgajam piešķirt **integer** tipa izteiksmi.

Izteiksmju veids viennozīmīgi nosaka darbību izpildes secību: tās izpildās no kreisās uz labo pusi ņemot vērā to prioritāšu secību (vispirms izpildās **<, >, =, >=,** =, tad *** , /, div, mod** un kā pēdējās **+, -**)

1.7.1. Procedūru operatori

Ievades un izvades operatori. Izejas datu ievadei izmanto ievades operatoru **read**, aiz kura iekavās tiek uzrādīti ievadāmo lielumu identifikatori. Rezultātu izvadei izmanto izvades operatoru **write**, aiz kura iekavās tiek uzrādīti izvadāmo lielumu identifikatori vai izteiksmes, kuru vērtības jāizvada.

Piemēram,

operators **read**(x) pieprasa ievadīt parametra x vērtību;

operators **read**(x,y,z) pieprasa ievadīt trīs parametru x,y un z vērtības.

Ievadi veic ar tastatūras taustiņu palīdzību, pie kam programmu nevarēs palaist, ja nebūs ievadītas **visu uzrādīto identifikatoru** vērtības.

Izvades operators **write**(s) izvada (uz ekrāna) lieluma s vērtību. Lai izvadītu arī tekstu, jāizmanto pieraksts **write**('s=',s). Lietojot pierakstu **write**(s,p,(s+p)/2) tiks izvadītas trīs vērtības, no kurām pirmā būs lieluma s vērtība, otrā būs lieluma p vērtība, bet trešā būs šo lielumu vidējā vērtība.

Operatoru **read** un **write** vietā var lietot operatorus **readln** un **writeln**, bet tādā gadījumā pēc katra operatora izpildes kursors pārvietojas uz jaunu rindu – rezultāti tiek izvadīti kolonas veidā. Operators **readln;** bez operanda, t.i. ievadāmā parametra, **veido pauzi,** kura turpinās tik ilgi, kamēr tiek nospiests taustiņš **Enter**. Šādu paņēmienu izmanto programmu beigās, lai saglabātu redzamus iegūtos rezultātus (pretējā gadījumā tūlīt pēc programmas beigām ekrānu aizsedz logs ar programmas tekstu). Operators

w**riteln;** bez izvadāmo parametru saraksta pārceļ kursoru uz nākamās rindas sākumu. Tādā veidā iespējams, piemēram, atdalīt vienu no otra programmas rezultātus ar vienu vai vairākām tukšām rindām. Izvades operatora **piemēri**:

Gadījumā, ja s=2, bet p=5, operators

write(s,p)	izvada	25
write('s= ',s,'p=',p)	izvada	s=2p=5
write(s, ' ',p)	izvada	2 5
write('s=',s, ' ', 'p=',p)	izvada	s=2 p=5

Gadījumā, ja izvadāmais rezultāts ir reāls skaitlis, lai ierobežotu ciparu skaitu aiz komata, tiek uzdots **skaitļa formāts**. To veic sekojošā veidā **write**(s:m:n), kur m ir izvadāmā skaitļa kopējais ciparu skaits, bet n – ciparu skaits aiz komata. Veselu skaitļu gadījumā norādāms tikai ciparu skaits (m). Jāņem vērā, ka tajos gadījumos, kad programmas lietotājs ir izvēlējies pārāk mazu **m** vērtību, izvadāmā parametra formāts automātiski tiek palielināts. Gadījumos, kad n ir par mazu, notiek noapaļošana. Izvadāmais teksts tiek piespiests labajai izvades lauka malai. Tā, piemēram, a:=4.321; write('a=':10, a:7:3); izvadīs uz ekrāna:

xxxxxxxxa=xx4.321 (x – tukša pozīcija).

Beznosacījuma pārejas operators GOTO. Operatoru izpildes secību programmā var mainīt, lietojot beznosacījuma pārejas operatoru **goto**, aiz kura jāraksta iezīme. Jāatceras, ka iezīme jādefinē programmas apraksta daļā **label**.

Gadījumā, ja programmā, kura aprēķina dota skaitļa **x** kvadrātu, nepieciešams lietotājam dot iespēju izvēlēties, darbu beigt vai turpināt, lietderīgi izmantot operatoru **goto**. Šādu iespēju realizē programma:

```
Program kvadrats;
label 1;                                    {tiek definēta iezīme ar nosaukumu 1}
var  x, y: real;                            {tiek definēti mainīgie}
         a: char;
begin
1: write('Ievadi x vertibu: ');             {izvada paziņojumu monitorā}
readln(x);                                  {tiek ievadīts  mainīgais x}
y:=sqr(x);                                  {mainīgais y iegūst vērtību x^2}
writeln(' x kvadrātā ir', y);               {izvada paziņojumu un y vērtību }
writeln('Darbu turpināsim? (J/N) ');        {izvada paziņojumu monitorā}
readln(a);
if a='j' then goto 1;                       {mainīgā a ievadīšana no klaviatūras}
end.                                        {pāreja uz iezīmi 1, ja lietotājs ir piespiedis 'j'}
```

Piezīme: Nav ieteicams lietot daudzus **goto** operatorus vienā programmā. Tas apgrūtina programmas lasīšanu. Operatora **goto** pielietojums neatbilst labam programmēšanas stilam.

Procedūra gotoXY. Operatori **read** un **write** izvada informāciju displeja ekrāna vietā, uz kuru norāda kursors. Programmas izpildei sākoties, kursors vienmēr atrodas displeja ekrāna kreisajā augšējā stūrī. Pēc operatora **write** izpildes kursors paliek nākamajā po-

zīcijā aiz tikko izvadītā simbola, bet pēc operatora **writeln** izpildes kursors tiek pārnests uz nākamās rindas sākumu. Tātad, izvadot informāciju displeja ekrānā, kursors pakāpeniski pārvietojas pa kreisi un uz leju.

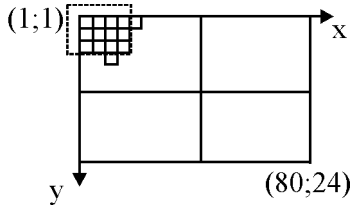
Gadījumos, kad nepieciešams novietot kursoru brīvi izvēlētā ekrāna punktā, jālieto procedūra **gotoXY**. Procedūra **gotoXY** novieto kursoru punktā (x,y).

Vispārējā pieraksta forma ir:

gotoXY (<mainīgais_x>,<mainīgais_y>),

kur: <mainīgais_x> - kursora koordināte pa horizontāli (kolonnas numurs); <mainīgais_y> - kursora koordināte pa vertikāli (rindas numurs).

Var uzskatīt, ka ekrāns sadalīts neredzamās rūtiņās, kur katrā rūtiņā vienlaikus var ierakstīt vienu simbolu. Rūtiņas ekrānā izvietotas 24 rindās, pie kam katrā rindā ir pa 80 rūtiņām. Rūtiņu numerācija tiek veikta no kreisās uz labo pusi un no augšas uz leju. Tādējādi, ekrāna augšējās kreisās rūtiņas koordināte ir (1,1), bet labās apakšējās rūtiņas koordināte ir (80,24). Ekrāna kreisā stūra palielinājums ir:



(1;1)	(2;1)		
(1;2)	(2;2)	(3;2)	
	(2;3)		

program students; **uses crt**; **begin** **ClrScr**; **GotoXY** (20,10); **writeln** ('Es esmu RTU students!'); **end**.	Izmantojot šo programmu uz displeja ekrāna tiek izvadīts teksts ‘’Es esmu RTU students!’’ sākot ar displeja ekrānā 10. rindas 20. pozīciju.

Procedūra ClrScr. Procedūra **ClrScr** attīra monitora ekrānu un novieto kursoru ekrāna kreisajā augšējā stūrī. To parasti lieto programmas operatoru daļā, tūlīt aiz sākuma iekavas **begin.** Tā rezultātā pēc atkārtotas programmas aktivizēšanas nav redzami iepriekšējā aktivizācijas reizē ievadītie un izvadītie dati. **ClrScr** izmantošana iespējama tikai gadījumos, kad programmas apraksta daļā **uses** ir uzrādīts *Pascal* bibliotēkas modulis **crt**.

Tukšais operators. Šādi operatori nesatur simbolus un neizpilda darbības. Tie nereti tiek veidoti ar iezīmi, lai izietu no salikta operatora vai programmas. Piemēram:

begin

----

goto <iezīme>; {pāreja uz programmas beigām}

<iezīme>: ; {tukšais operators} **end.**

Programmas operatoru daļā lieks semikols nerada kļūdu. Tā, piemēram, x:=1**;;** y:=2;

interpretējams sekojošā veidā: tiek izpildīts piešķires operators x:=1**;** pēc tam seko tukšais operators un piešķires operators y:=2;

Apraksta daļā dubults semikols nav pieļaujams, tas izraisa kompilācijas kļūdu.

Vienkāršāko programmu piemēri

1. Aprēķināt divu brīvi izvēlētu skaitļu a un b summu un noteikt to vidējo vērtību!

Šādas operācijas veikšanai sastādīsim programmu vairākos variantos: Gadījumā, ja a un b ir veseli skaitļi, piem., a=271 un b=329, iespējami šādi gadījumi:

Programmas	Komentāri
program summa1; **begin** **write**(271+329,' ',(271+329)/2) **end**.	{tiek izvadīta doto skaitļu summa un aiz atstarpes to vidējā vērtība}
program summa2; **const** a=271; b=329; **begin** **write**(a+b,' vid.vert=', a/2+b/2) **end**.	{cits pieraksta veids} {tiek izvadīta doto skaitļu summa, teksts un vidējā vērtība}

Program summa3;
var a,b,c:**integer**;
begin
read(a);
read(b);
c:=a+b;
write(c,' v.v=',c/2)
end.
	{programmas vispārinātāks variants}
	{skaitļi var tikt definēt arī kā **real**}
	
	{no tastatūras ievada divus patvaļīgus skaitļus **a** un **b**}
	{mainīgajam **c** tiek piešķirta vērtība}
	{izvada prasītos rezultātus}

2. Ievadīt divus gadījuma skaitļus a un b. Noskaidrot, vai skaitlis a ir mazāks par skaitli b. Izvadīt iegūtos skaitļus.

program gadijumskaitli;
var a,b:**integer;**
begin
randomize;
a:= **random**(100);
b:= **random**(100);
write(a<b);
 	
write(a,' ',b)
end.
	{gadījuma skaitļus iespējams definēt tikai kā veselus}
	
	{operators **random** izvēlās divus gadījuma skaitļus no intervāla [0,100)
	{tiek veikta skaitļu salīdzināšana un izvadīts attiecīgs rezultāts}
	{tiek izvadītas skaitļu **a** un **b** vērtības}

3. Atbilstoši simbolu kodiem izvadīt uz ekrāna pašus simbolus.

```
program charmak1;
var   x:byte;
       y:char;
begin
      readln(x);
      y:= chr(x);

   write('atbilst  '); writeln(y)
end.
```

{definē **x** no intervāla (0,255) un simbolus no simbolu tabulas)}

{ievada skaitli **x**}
{operators **chr** piekārto mainīgajam **y** skaitlim **x** atbilstošo simbolu }
{tiek izvadīts teksts un iegūtais simbols}

```
program charmak2;
label 1;
var  x:byte;
      y:char;
begin
1: readln(x);
y:= chr(x);
writeln('skaitlim  ',x, '  atbilst
simbols     ',y);
goto 1
end.
```

{tiek definēta iezīme **1**}

{ievada skaitli **x** un tam atbilstošais simbols tiek piešķirts parametram **y**}
{izvada skaitlim **x** atbilstošo simbolu}
{programmas izpilde tiek pārnesta uz iezīmi **1** jauna skaitļa ievadīšanai, šo procesu var pārtraukt ar **Ctrl+Break** un **Enter**}

4. Izveidot taisnstūra figūru, izmantojot kādu no simboliem.

```
program taisnsturis;
var  x:byte;
      y:char;
begin
read(x); y:= chr(x);
writeln(y,y,y,y,y,y,y,y,y);
writeln(y,'           ',y);
writeln(y,'           ',y);
writeln(y,'           ',y);
writeln(y,y,y,y,y,y,y,y,y)
end.
```

{astoņas reizes tiek izvadīts simbols y}
{simbols tiek izvadīts divas reizes ar atstarpi}

5. Noskaidrot, vai kvadrātvienādojumam $ax^2+bx+c=0$ ir reālas saknes.

```
program saknes;
var a,b,c:real;
begin
write('a= '); read(a);
write('b= '); read(b);
write('c= '); read(c);
write((b*b-4*a*c)>=0)
end.
```

{vienādojumam ir reālas saknes, ja diskriminants $D=b^2-4ac$ ir nenegatīvs}

{tiek ievadīti vienādojuma koeficienti}

{tiek pārbaudīts, vai D nav negatīvs un izvadīts atbilstošs paziņojums}

Paškontroles uzdevumi 1

Pk1-1. Veikt brīvi uzdotu skaitļu d un e dalīšanu (noformējot programmas veidā):
a) d/e b) d div e c) d mod e

Decimāldaļskaitļus noformēt ar divām zīmēm aiz komata.

Pk1-2. a) Izskaitļot izteiksmes $1,75/1,2 - 0,43^2\sin(37^o)(1-\mathrm{tg}(2+0,3\sqrt{4,5}))$

vērtību, piešķirot to mainīgajam **v** un izvadīt **v** vērtību uz monitora ekrāna.

b) Noteikt par cik izmainās izteiksmes **y=a(c+d)/(be)** vērtība, ja a=9, b=0,001, c= 2+x, d=2/x, e= 6-x, bet **x vērtības ir 2 vai 3**.

Pk1-3. Noskaidrot, kuri no skaitļiem 31, 84, 1021, 2471, 4305. dalās bez atlikuma ar 7 vai 3 un kuri ar 3 un ar 7 vienlaicīgi. Noformēt atbildi teksta veidā.

Pk1-4. Izveidot programmu, kura aizpilda tabulu

xi(grad)	x(rad)	sin(x)	cos(x)	tg(x)

pie sekojošām leņķu vērtībām grādos: xi=0, 30, 60, 120, 240 (decimāldaļskaitļus noformēt ar divām zīmēm aiz komata).

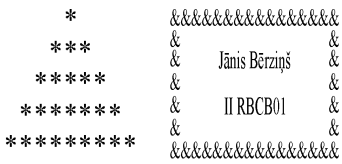
Pk1-5. Aprēķināt riņķa līnijas garumu un riņķa laukumu dotai rādiusa vērtībai. Noteikt laukumu gredzenam, kura ārējais diametrs ir **D**, bet iekšējais **d.** Parametri D un d lietotāja izvēlētas vērtības. Rezultātus izvadīt ar divām decimālzīmēm aiz komata.

Pk1-6. Noteikt diennakts garumu sekundēs saglabājot atbildi mainīgajā **d** un izvadot šī mainīgā vērtību uz monitora teksta veidā.

Pk1-7. Noskaidrot, kādi simboli atbilst kārtas numuriem **5, 42, 30, 254, 200.**

Pk1-8. Noskaidrot, vai uzdotiem simboliem atbilst pāru vai nepāru kārtas numuri (izmantot funkciju **odd(x)).**

Pk1-9. Noteikt un pārbaudīt vienādojuma $0,47x^2 - 3,75x + 1,25 = 0$ saknes.



Pk1-10. Sastādīt programmu, kura **monitora centrā** izvada:
a) attēlā redzamo piramīdu,
b) tavu vizītkarti.

Pk1-11. Noteikt trīszīmju vesela skaitļa ciparu summu.

1.7.2. Sazarojumu operatori

Līdz šim rakstītās programmas visus operatorus izpildīja tai secībā, kurā tie bija uzrakstīti. Tomēr bieži rodas nepieciešamība izmainīt programmas izpildes gaitu atkarībā no tā, vai uzdotais nosacījums izpildās vai nē. Gadījumos, kad programmas izpildes gaitā jāizvēlas viena no divām iespējamām operatoru grupām, programmā izmanto sazarojumu.

Sazarojuma konstrukcijas pieraksts teksta veidā ir:

> **Ja izpildās** <nosacījums> , **tad tiek veikta** < 1.operaturu grupa> , **pretējā gadījumā tiek veikta** < 2. operatoru grupa> .

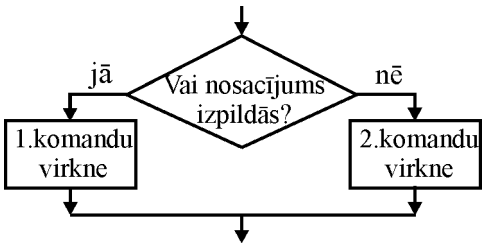
Ar sazarojumu saprot situāciju, kad, izpildoties kādam nosacījumam, realizējas viens vai vairāki iepriekš noteikti uzdevumu risināšanas ceļi.

Pilnās sazarojuma konstrukcijas vispārīgais pieraksts ***Pascal*** vidē ir

If <loģiska izteiksme> **then** <operators_1> **else** <operators_2>;

Ar < **loģisko izteiksmi**> šeit domāta salīdzināšana: = (ir vienāds); <> (nav vienāds); < (ir mazāks); > (ir lielāks); <= (ir mazāks vai vienāds); >= (ir lielāks vai vienāds).

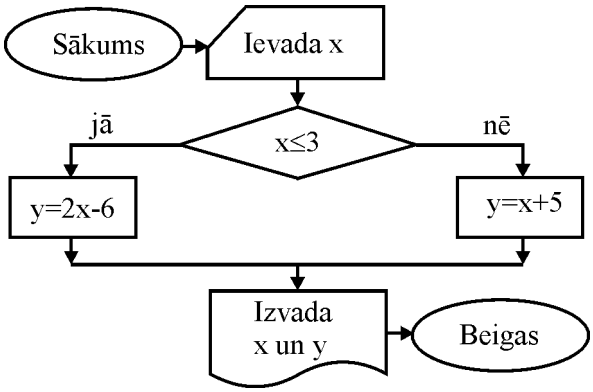
Konstrukcijas **if**..**then**..**else** blokshēma:



Uzdevuma - aprēķināt funkcijas y vērtību, ja

$$y = \begin{cases} 2x - 6, ja\ x \le 3 \\ x + 5, ja\ x > 3 \end{cases}$$

algoritma blokshēma ir:



bet algoritma izpildes programma:

```
program funkc2;
uses crt;
var    x,y: integer;
begin
ClrScr;                                  {attīra ekrānu}
writeln('Ievadi x vertibu');             {izvada paziņojumu monitorā}
readln(x);
if x<=3 then y:=2*x - 6                  {mainīgajam y tiek piešķirta vērtība, kura ir
else y:= x +5;                           atkarīga no izvēlētās x vērtības}
writeln('Ja x=',x,' tad y=',y);          {iegūtā rezultāta izvadīšana }
readln                                   {pauze programmas izpildē}
end.
```

Piemēram, ja tiek ievadīta mainīgā x vērtību 4, tad programma aprēķina y vērtību y=x+5=4+5=9 (jo 4 nav mazāks vai vienāds ar 3), bet, ja tiek ievadīta vērtību x = -4, tad programmas aprēķina rezultātā iegūstam vērtību y=-14.

Nepieciešams atcerēties, ka, ja aiz operatora **then** vai aiz operatora **else** seko vairāki operatori, tad tie jāraksta starp operatoru iekavām **begin** un **end**, t.i.,

if <nosacījums> **then**
begin <operators a1>; <operators a2>; ..... <operators an>; **end**
else
begin <operators b1>; <operators b2>; …. <operators bn>; **end**;

pie kam aiz pirmā operatoru bloka **end** semikols (;) **nav jāliek**. Nav jāliek semikols (;) arī pirms **else**.

Piemērs:

```
if X=0 then
 writeln('A=', X)
      else
          begin
              A:=X - 1;
            writeln('A=', A);
          end;
```

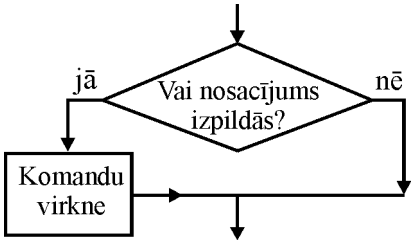
```
if Y=0 then
     begin
         A:=Y+1;
         writeln('A=', A);
     end
else
     writeln('A=', A);
```

Daļējā sazarojuma konstrukcijas forma

if <nosacījumi> **then** < operatori>

ir izmantojama gadījumos, ja kāda programmas daļa jāizpilda tikai pie noteiktiem nosacījumiem. Gadījumos, kad šie nosacījumi neizpildās, operatori aiz atslēgvārda **then** tiek ignorēti un izpildās nākamie programmas operatori.

Šādas konstrukcijas **if**..**then** blokshēma ir:



Piemērs. Sastādīt programmu, kura dod iespēju aprēķināt divu no klaviatūras ievadītu skaitļu **a** un **b** summu un izvadīt to uz ekrāna gadījumos, ja kāds no skaitļiem **a** vai **b** ir pāra skaitlis. Pretējā gadījumā, programma beidz darbu neaprēķinot summu.

```
program summa;
uses crt;
Var a, b, sum: integer;
begin
ClrScr;
write('Ievadi a :'); readln (a);
write('Ievadi b :'); readln (b);
if (a mod 2=0) or (b mod 2=0) then
    begin
        sum:=a+b;
        writeln('summa ir: ',sum);
    end;
```

```
{sazarojums ar dubultnosacījumu or (vai)}

{izvada summu}
{sazarojuma beigas}
```

writeln('Darbs pabeigts'); **readln** **end**.	{izvada paziņojumu} {pauze}

1.7.3. Izvēles operators CASE ... OF ... END

Izmantojot nosacījuma operatoru **if...**, iespējams izvēlēties vienu no diviem iespējamiem variantiem. Nav ieteicams nosacījuma operatorus atkārtoti ieslēgt vienu otrā. Tas sarežģī programmas struktūru un dara to nepārskatāmu. Tiek rekomendēts veidot ne vairāk kā 2 – 3 ieslēgtos operatorus. Gadījumos, kad jāpārbauda vairāki nosacījumi, tiek lietots **izvēles**, jeb **variantu** operators **case**.

Operatora vispārīgā forma ir:

```
case <selektors> of
N1: begin   <operatoru grupa 1>  end;
N2: begin   <operatoru grupa 2>  end;
N3: begin   <operatoru grupa 3>  end;
..................................................... ;
Nk: begin   <operatoru grupa k>  end
else
begin <operatoru grupa (k+1)>    end;
end;
```

Ar šo operatoru var izvēlēties vienu no vairākiem operatoriem vai operatoru grupām. Operators **case** sastāv no **selektora** (mainīgā) un operatoru saraksta, kur katram operatoram vai operatoru grupai tiek piešķirta sava konstante. Ja mainīgā vērtība sakrīt ar kādu no konstantēm, tiek izpildīts attiecīgais operators vai operatoru grupa. Ja attiecīgās konstantes nav, tad tiek uzrādīta kļūda un programmas darbība tiek pārtraukta vai arī tiek izpildīts tas operators, kurš seko tieši aiz izvēles operatora.

No visām operatoru grupām tiks izpildīta tikai viena - tā, kuras priekšā konstantes $\mathbf{N_i}$ vērtība sakrīt ar **selektora** vērtību. Operatorā **case** izmantojamās konstantes $\mathbf{N_i}$ netiek uzdotas apraksta daļā. Izpildāmo **operatoru grupas** var sastāvēt no viena vai vairākiem operatoriem. Selektora vērtībām var izmantot **veselu**, **loģisku** vai **simbolu** tipu. Tas nevar būt **real**.

Operatoru grupa pēc **else** tiek izpildīta gadījumā, ja neviena konstantes vērtība nesakrīt ar **selektora** vērtību. Gadījumos, ja vārds **else** nav iekļauts operatorā **case**, tiek izpildīts nākamais operators, kurš seko pēc **case**. Jāņem vērā, ka operatora **case** beigās stāv vārds **end**, kuram nav attiecīgā pāra vārda **begin**.

Piemērs. Gadījumā, ja nepieciešams dotu veselu skaitli N pārveidot atbilstoši pazīmei, kuru nosaka šī skaitļa dalījuma ar 17 atlikums sekojošā veidā:

ja N **mod** 17=0, tad N=0; N **mod** 17=1 vai 6, tad N= - N; N **mod** 17=2, 3 vai 5, tad N= 2N; N **mod** 17=4, tad N= 3N,	**case** (N **mod** 17) **of** 0: N:=0; 1,6: N:=-N; 2,3,5: N:=2*N;

bet visos citos gadījumos N=5N. *Pascal* vidē šo uzdevumu veic operators	4: N:=3*N; **else** N:=5*N; **end**;

Piemērs. Sastādīt programmu, kura pieprasa lietotājam piespiest kādu klaviatūras taustiņu un izdrukā piespiestā taustiņa grupas nosaukumu: Burts, Skaitlis, Operators, Speciāls simbols.

```
program simbols;
uses crt;
var x: char;
Begin  ClrScr;
writeln('Nospiediet kādu klaviatūras taustiņu  ');
readln(x);
case x of
  'A'..'Z','a'..'z': writeln('Burts');
  '0'..'9': writeln('Skaitlis');
  '+','-','*','/': writeln('Operators');
else
writeln('Specials simbols');
end;
readln
end.
```

{izvada paziņojumu monitorā}

{mainīgo ievadīšana no klaviatūras}
{izvēles operatora **case** sākums}
{izvēles: nospiežot kādu taustiņu - simbolu, tiek izvadīts atbilstošais paziņojums, nospiežot taustiņu, kas neatbilst nevienam no uzrādītajiem simboliem, tiek izvadīts paziņojums, kas seko aiz **else**}

Paškontroles uzdevumi 2

Pk2-1. Kāda būs mainīgā A vērtība pēc šādu operatoru izpildes:

```
A:=0;
if B > 0 then if C > 0 then A:=1 else A:=2;
```

pie dotajām mainīgo B un C vērtībām:

a) B:=1; C:=1; b) B:=1; C:=-1; c) B:= -1; C:=1;

Pk2-2. Norādīt kļūdu dotajā programmas tekstā un paskaidrot to:

a)	b)

if 3<A<7 **then**
A:=A+1; B:=-1;
else A:=0; B:=B+1;
	if 3<A **and** A<7 **then**
	begin A:=A+1; B:=-1; **end**;
	else
	begin A:=0; B:=B+1 **end**;

Pk2-3. Doto algoritmu:

- ja mainīgā A vērtība nav 0 un A kvadrātā ir mazāks par 25, tad mainīt A zīmi;
- ja A ir 0, tad mainīgajam A piešķirt vērtību 1.

pārrakstīt programmēšanas valodā *Pascal*.

Pk2-4. Sastādīt programmu, kas pieprasa ievadīt skaitli no 1 līdz 10, un kura ievadīto skaitli izvada monitorā vārdiskā formā.

Pk2-5. Sastādīt programmu, kura nosaka, **cik** un **kādi** atrisinājumi būs kvadrātvienādojumam $ax^2+bx+c=0$ (mainīgos a, b un c ievada lietotājs).

Pk2-6. Sastādīt programmu, kas aprēķina funkcijas

$$y = \begin{cases} 2x+5, \ ja\ x \geq 3 \\ 2x - \dfrac{3}{x-1}, ja\ x < 3 \end{cases}$$

vērtību, ja x nosaka sakarība $x=3\sin(a\pi/180)$, bet a vērtību ievada lietotājs.

Programmā paredzēt iespēju izvadīt paziņojumu "funkciju nav definēta".

Pk2-7. Sastādīt programmu, kas pieprasa ievadīt 3 nogriežņu garumus un nosaka, vai no tiem var uzkonstruēt trīsstūri (viena trīsstūra mala ir mazāka par divu pārējo trīsstūra malu summu).

1.7.4. Cikla operatori

Cikls ir viens no programmēšanas pamatelementiem. Cikla rezultātā tiek daudzkārt atkārtota vienas operatoru grupas izpilde. Tas sevī ietver programmēšanas būtību – daudzkārtēju vienveidīgu operāciju izpildi. Pascal-ā tiek izmantoti cikli kā ar fiksētu to izpildes skaitu, tā arī ar iepriekš nezināmu ciklu skaitu. Pirmos sauc par kontrolējamiem cikliem, bet otros par cikliem ar nosacījumiem. Nemākulīga ciklu lietošana var radīt situāciju, kad programma nevar iziet no cikla (programma ieciklojusies). Tādā gadījumā Turbo Paskālā tiek izmantoti klaviatūras taustiņi **Ctrl+Break**. Ja tas nelīdz, Pascal programmu var aizvērt izmantojot taustiņu kombināciju **Ctrl+Alt+Delete** vai veikt datora pārstartēšanu ar taustiņu **Reset**. Tas uzskatāms par galēju līdzekli, jo tā rezultātā izpildāmās programmas dati tiks pazaudēti, tāpēc pēc jebkuras programmas teksta rediģēšanas ieteicams to saglabāt.

1.7.5. Operators FOR ... TO ... DO...

Fiksēta ciklu skaita operatoram **for** ir sekojoša konstrukcija:

for i:= a **to** b **do begin** <operatoru grupa> **end**;

(no **i** vērtības vienādas ar **a** līdz **i** vērtībai vienādai ar **b** tiek izpildīta **operatoru grupa**).

Tātad operatoru grupa tiek izpildīta (**b–a+1**) reizes. Svarīgi ņemt vērā, ka ciklu izpildes solis ir **+1**, bet parametriem **a** un **b** jāapmierina nosacījums **a<b**. Operatora parametri **a, b, i** tiek definēti kā naturāli skaitļi, vai simbolu tips, piem., a,b,i:**integer**; vai a,b,i:**char**;

Cikla operatoram soli var izvēlēties arī vienādu ar **- 1**. Tādā gadījumā operatora konstrukcija ir:

for i:=b **downto** a **do begin** <operatoru grupa> **end**;

Cikla operatora izpilde sākas ar nosacījuma **i<= b** pārbaudi. Ja nosacījums neizpildās, tad cikla operatoru grupa netiek izpildīta un tiek turpināta programma. Ja nosacījums izpildās, tad tiek izpildīta cikla operatoru grupa un cikla parametram i tiek piešķirta nākamā vērtība **i:=i -1**. Process atkārtojas.

Piemēri:

Izpildot programmas fragmentu – operatoru

for i:=15 **to** 19 **do write**(i:3); uz ekrāna tiks izvadīta ciparu virkne: **15 16 17 18 19;**

for i:=19 **downto** 15 **do write**(i:3); uz ekrāna tiks izvadīta virkne: **19 18 17 16 15**;

for ch:='a' **to** 'e' **do write**(ch:2); uz ekrāna tiek izvadīta burtu virkne: **a b c d e;**

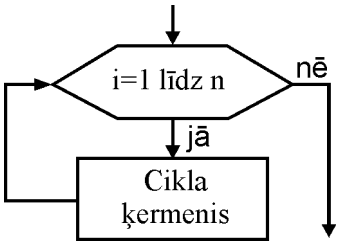
for i:= 'e' **downto** 'a' **do write**(ch:2); uz ekrāna tiek izvadīta burtu virkne: **e d c b a**.

Programmas datu izvadei ērti lietot cikla operatoru **for**.

Tā, piemēram, operators
```
for i:=1 to 50 do
begin writeln(i);
if  i mod 24 = 23 then readln; end;
```
apstādinās datu izvadi pie **i = 23 un 47**. Izvade atjaunosies nospiežot **Enter**.

Priekšlaicīgu izeju no cikla var panākt izmantojot operatorus **goto** vai **break**

Piemēram:
```
for i:=1 to 45 do
begin f:=f+i;
if (f>100) or (i=39) then break; end;
```
Konstrukcijas **for...to...do** blokshēma ir:



Ja ciklā jāizpilda vairākas komandas, tad tās jāraksta starp atslēgvārdiem **begin** un **end**.

Uzdevums. Sastādīt programmu, kura no lietotāja ievadītā skaitļa vispirms atņem 1, tad 2, tad 3, ..., tad 10 un galīgo rezultātu izvada uz displeja ekrāna.

```
program atnem_1;
uses Crt;
var n,i:integer;
begin
ClrScr;
write('Ievadi skaitli: '); readln(n);   {ievada n vērtību, vēlams >55}
for i:=1 to 10 do                       {cikls}
n:=n-i;                                 {n tiek samazināts par i}
writeln('Skaitlis ir: ',n);             {izvada iegūto n vērtību}
end.
```

Modificējam programmu tā, lai no lietotāja ievadītā skaitļa n vispirms tiktu atņemts 10, tad 9, tad 8, ...,1. Visi rezultāti jāizvada uz monitora ekrāna.

```
program atnem_10;
uses crt;
var n,i:integer;
begin   ClrScr;
writeln('Ievadi skaitli: ');
readln(n);
for i:=10 downto 1 do
    begin
        n:=n-i;
        writeln('Skaitlis ir: ',n);
    end;
readln;
end.
```

{cikls}

{mainīgā **n** vērtība tiek samazināta par **i** un iegūtais rezultāts izvadīts uz monitora ekrāna}

Programmas izpildes rezultātā, gadījumā, ja n=100, iegūstam naturālu skaitļu virkni – **90 81 73 66 60 55 51 48 46 45.**

Piemēri.

1. Izveidot programmu, kura ļauj noteikt visu naturālo skaitļu summu intervālā (a,b). Izveidot programmas **atnem_10** variantu izmantojot iegūtās programmas operatoru bloku.
2. Izveidot programmu, kura ļauj noteikt uzdota naturāla skaitļa n faktoriāla vērtību (n!=1·2·3·4·...·(n-1)·n).
3. Izveidot programmu, kura ļauj noteikt no 100 ģenerētiem skaitļiem maksimālo skaitli.
4. Izveidot programmu, kura fiksētām naturāla skaitļa **n** vērtībām nosaka skaitļu summas S=1+1/2+1/3+1/4+....+1/n vērtību.
5. Izveidot programmu, kura ļauj noteikt 100 ģenerēto skaitļu pāra un nepāra skaitļu skaitu, summu un vidējo vērtību.
6. Izveidot programmu reizrēķina zināšanu testēšanai.

```
program Nr1;
var i,a,b,s:integer;
begin
writeln('Ievadi skaitli a= ');
read(a);
writeln('Ievadi skaitli b= ');
read(b);
s:=0;
for i:=a to b do
s:=s+i;
write(s)
end.
```

```
program Nr2;
var i,n,fakt:integer;
begin
writeln('ievada skaitli n= ');
readln(n);
fakt:=1;
for i:=1 to n do
fakt:=fakt*i;
write(fakt)
end.
```

```
program Nr3;
var
i,m,a:integer;
begin
  m:=0;
  for i:=1 to 100 do
  begin
    a:=random(50);
    if a>m then m:=a;
  end;
  write(m)
end.
```

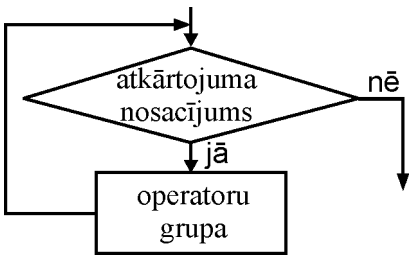
```
program Nr4;
var
i,n:integer;
s:real;
begin
writeln('Ievadi skaitli n= ');
readln(n);
s:=0;
for i:=1 to n do
s:=s+1/i;
write('Summa ir s=',s:6:3)
end.
```

```
program Nr5;
var
i,a,psk,psum:integer;
nsk,nsum,pvv,nvv:integer;
begin
psk:=0; nsk:=0; psum:=0; nsum:=0;
for i:=1 to 100 do
begin  a:=random(50);
if a mod 2=0 then
begin psk:=psk+1; psum:=psum+a;
end
else
begin nsk:=nsk+1; nsum:=nsum+a;
end; end;
pvv:=psum/psk; nvv:=nsum/nsk;
write(psk:4, ' ',psum:6, ' ',nsk:4, ' ',
nsum:6, ' ',pvv:4,' ',nvv:4)
end.
```

```
program Nr6;
var i,a,b,atbilde,atziime:integer;
begin
randomize;
for i:=1 to 5 do
begin  a:=random(18)+2;
b:=random(18)+2;
write('Cik ir ',a,'*',b, '? Atbilde ir     ');
readln(atbilde);
if atbilde=a*b then
begin  writeln(' Pareizi!');
atziime:=atziime+1; end
else write('Nepareizi.'); end;
writeln('Juusu atziime ir ',atziime)
end.
```

1.7.6. Operators WHILE ... DO ...

Cikla operators **while** ... **do** ... organizē ciklus ar neierobežotu ciklu skaitu. Tas nozīmē, ka tiek atkārtota fiksēta operatoru grupa tik reizes, cik reizes ir spēkā uzdotais nosacījums. Cikla izpildes nosacījuma pārbaude notiek operatora sākumā (cikla priekšnosacījums). Operatora **while** ... **do** ...blokshēma redzama attēlā.



Jāņem vērā, ka cikla parametram (mainīgajam, kuru satur kā cikla nosacījums, tā <operatoru grupa>) pirms cikla izpildes uzsākšanas jāpiešķir noteikta vērtība, un vienam no cikla operatoriem šī vērtība ir jāmaina, jo pretējā gadījumā cikls turpināsies bezgalīgi.

Operatora pieraksta forma:

while <nosacījums> **do begin** <operatoru grupa>; **end**;

Nosacījums ir loģiskā izteiksme. Tas var tikt izteikts dažādos veidos. Piemēram: x>0; (a>1) and (b<>0); s='A'. Gadījumos, kad **nosacījuma** vērtība ir **true**, izpildās cikla **operatoru grupa**, pie **nosacījuma** vērtības **false** šī izpilde pārtraucas. Ja pirmā vērtība ir **false**, tad cikls neizpildās un otrādi, ja **nosacījuma** vērtība ir **true** un pēc **operatoru grupas** izpildes tā nemainās, cikls atkārtojas bezgalīgi. Šo cikla operatoru lietderīgi lietot gadījumos, kad iespējamas situācijas, kurās nosacījums neizpildās un līdz ar to cikla operatoru izpilde izpaliek.

Piemērs. Izmantojot cikla operatoru **while**...**do** sastādīt programmu, kura dod iespēju nodrukāt visus skaitļus, kuri nepārsniedz 100 un dalās ar 7.

```
program dalamie_2;
uses crt;
var y:integer;
begin ClrScr;
y:=0;                          {piešķir y sākumvērtību}
while y<=100 do                {cikla sākums, cikls tiek pildīts tik ilgi, kamēr y ir
begin                          mazāks vai vienāds ar 100}
    y:=y+7;                    {y vērtība tiek palielināta par 7}
    writeln(y);                { izvada parametra y vērtību }
end;                           {cikla beigas}
writeln('Programma             {paziņojums teksta veidā}
darbu pabeidza.');
readln;
end.
```

Piemēri.

1. Nodrukāt n skaitļus (no 1 līdz n), izmantojot operatoru **while**.

2. Sastādīt programmu, kura nosaka to naturālo skaitli **k**, pie kura izteiksmes $\mathbf{x^k/k}$ vērtība kļūst lielāka par uzdotu skaitli **A** (x>1, A>1).

```
program Nr1;
const n=10;
var m:integer;
begin
m:=0;
while m<n do
begin
    m:=m+1;
    write(m:4);
end
end.
```

```
program Nr2;
var x,A,p:real;
k:integer;
begin
read(x,A); k:=1; p:=x;
while p/x<=A do
begin
    k:=k+1;   p:=p*x;
end;
write(k)
end.
```

Piemērs. Noteikt funkcijas $y(x) = \lg(3) + x\sqrt{5\sin(\pi x / 3)}$ vērtības intervālā (a, b) ar soli dx.

```
program funkcija;
var x,y,z,dx,a,b,lg3:real;
begin
write('Ievadi a ='); readln(a);
write('Ievadi b ='); readln(b);
write('Ievadi dx ='); readln(dx);
lg3:=ln(3)/ln(10);
x:=a;
while x<=b do
    begin
        z:=sin(pi*x/3);
        if (z<0) then writeln('Pie vērtības x=',x, ' funkcija nav definēta')
    else
    begin
       y:= lg3 + x* sqrt(5*z);
       writeln('Pie vērtības x=',x,' funkcijas vērtība y=',y);
    end;
x:= x+dx;
    end
end.
```

1.7.7. Operators REPEAT ... UNTIL...

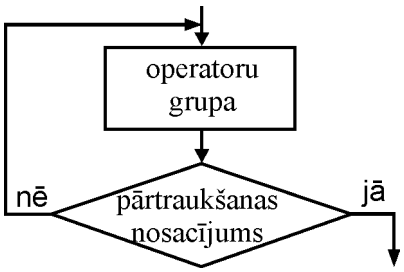
Cikla operators **repeat** arī organizē ciklus ar neierobežotu ciklu skaitu. Atšķirībā no iepriekšējā operatora (**while**), ciklu atkārtotas izpildes nosacījums pārbaudās pēc cikla operatoru grupas izpildes. Tātad cikla operatoru grupa izpildās vismaz vienu reizi, pat gadījumā, ja nosacījums pie pārbaudes neizpildīsies. Operatoru grupa ir ieslēgta starp vārdiem **repeat** un **until** un līdz ar to operatoru iekavas begin un end nav nepieciešamas.

Operatora vispārējā pieraksta forma ir

Repeat <operatoru grupa> **until** <nosacījums>;

Cikls atkārto <operatoru grupas> izpildi līdz brīdim, kad izpildās nosacījums cikla beigās. Nosacījums aiz atslēgvārda **until** norāda, kad programmai pārtraukt cikla izpildi. Tātad cikls atkārtojas tik ilgi, kamēr nosacījuma vērtība ir **false**.

Šī operatora blokshēma ir



Jāņem vērā, ka cikla mainīgajam pirms cikla jāpiešķir kāda konkrēta vērtība, un vienam no cikla operatoriem šī vērtība ir jāizmaina, pretējā gadījumā cikls turpināsies bezgalīgi.

Piemērs. Sastādīsim programmu, kura izvada uz ekrāna visus veselos skaitļus, kuri nepārsniedz 100 un dalās ar 9.

```
program dal_ar_9;
uses crt;
var x:integer;
begin  ClrScr;
x:=0;
repeat
    x:=x+9;
    write(x:5);
until x>=100;
writeln('Programma darbu pabeidza.');
readln;
end.
```

{cikla sākums};
{ **x** vērtība tiek palielināta par 9}
{tiek izvadīta mainīgā **x** vērtība}
{cikla beigas un nosacījuma pārbaude}
{paziņojuma izvadīšana}

Monitora ekrānā tiek izvadīti skaitļi:

9 18 27 36 45 54 63 72 81 90 99

Piemēri. Izmantojot operatoru **repeat: 1)** nodrukāt **n** naturālus skaitļus, **2)** . noteikt to naturālo skaitli **k**, pie kura izteiksmes $\mathbf{x^k/k}$ vērtība kļūst lielāka par uzdotu skaitli **A** (x>1, A>1).

```
program Nr_1r;
const n=10;
var m:integer;
begin
m:=0;
repeat
    m:=m+1;
    write(m:4)
until m>n
end.
```

```
program Nr_2r;
var x, A, p:real;
k:integer;
begin
read(x,A); k:=0; p:=1;
repeat
    k:=k+1;
    p:=p*x
until p/k>=A;
write(‘ k= ‘, k)  end.
```

Paškontroles uzdevumi 3

Pk3-1. Kas tiks izdrukāts monitora ekrānā pēc doto programmas fragmentu izpildes?

a) **for** i:=3 **to** 8 **do write**(2*i,‘ ‘);

b) **for** i:=1 **to** 5 **do write**(i:4, ' ;', (100-i):5);

c) Skaitlis:= 2;
for i:= (5*2-4) **to** 5*Skaitlis **do write** ('**', i:5);

d) **for** i := 12 **downto** 4 **do writeln**(25-i: 5);

Pk3-2. Izlabo dotos operātorus tā, lai tie atbilstu uzdevumu nosacījumiem.

a) Sastādīt programmu, kas monitora ekrānā izdrukā skaitļus no 1 līdz 5 vienu zem otra.

for i := 1 **to** 5 **do**; **writeln**(i);

b) Sastādīt programmu, kas ļauj ievadīt 10 skaitļus, saskaita tos un rezultātu izdrukā monitora ekrānā.

Summa := 0;
for i:= 1 **to** 10 **do**
read(Skaitlis);
Summa:= Summa + Skaitlis;
writeln(Summa: 15);

Pk3-3.. Pārraksti doto programmas fragmentu, izmantojot operatoru **for** ..**to**..**do** tā, lai monitora ekrānā tiktu izdrukāts tāds pats rezultāts:

for i:= 10 **downto** 3 **do writeln**(i: i);

Pk3-4. Pārraksti doto programmas fragmentu, izmantojot operatoru **for**..**downto**..**do** tā, lai monitora ekrānā tiktu izdrukāts tāds pats rezultāts.

Summa := 0;
for i := 1 **to** 4 **do begin**
writeln(‘*’: 10 + i);
Summa:= Summa + i;
writeln(Summa); **end**;

Pk3-5. Izveidot programmu, kura ļauj noteikt visu intervāla [a,b] naturālo skaitļu kvadrātu summu.

Pk3-6. Izveidot programmu, kura ļauj noteikt uzdota intervāla [a,b] naturālo skaitļu reizinājumu.

Pk3-7. Izveidot programmu, kura ļauj noteikt no 100 ģenerētiem skaitļiem to maksimālo (vai minimālo) vērtību.

Pk3-8. Izveidot programmu, kura ļauj noteikt 100 ģenerēto skaitļu skaita sadalījumu pa intervāliem [0, k/3), [k/3, 2k/3) un [2k/3, k). Parametrs k atbilst ģenerēto skaitļu potenciāli iespējamai maksimālai vērtībai.

Pk3-9.. Izveidot programmu, kura ļauj noteikt skaitļu summas S = 1 - 1/2 +1/3 – 1/4 + ...+ $(-1)^n$ /n vērtību fiksētām naturāla skaitļa n vērtībām.

Pk3-10. Izveidot programmu, kura ļauj izveidot atbilstību starp temperatūru vērtībām Celsija un Fārenheita skalās, kur temperatūra Celcija skalā ir intervālā [-10; 10]. Izmantot sakarību $\mathbf{t_F=9t_C/5+32.}$

Pk3-11. Sastādiet programmu, kas izvada uz ekrāna funkcijas $Y=X^2+3X-2$ vērtību tabulu, kur X vērtības ir no 1 līdz 10.

Pk3-12. Sastādīt programmu, kas aprēķina **n** pēc kārtas ņemtu skaitļu summu (intervāla sākumu un n ievada lietotājs). Piemēram, ja intervāla sākums ir 3 un n=4, tad programma saskaita 3+4+5+6=18.

Pk3-13. Sastādīt programmu, kas izvada 7 gadījuma skaitļus, kuru vērtība atrodas in-

tervālā [2,6] un aprēķina šo skaitļu kvadrātu summu.

Pk3-14. Sastādīt programmu, kura aprēķina Tavu naudas daudzumu pēc G gadiem, ja Tu esi noguldījis bankā N latus uz P procentiem gadā.

Pk3-15. Sastādīt programmu, kura nosaka skaitļu rindas locekļu skaitu līdz summas n-tais loceklis neatšķiras vairāk kā par uzdotu skaitli p.

a) S=1+1/2+1/3+1/4+.....+1/n (p=0,001);
b) S=1-1/2+1/3-1/4+.....+1/n (p=0,001);
c) S=1-1/2-1/3-1/4+.....-1/n (p=0,001).

Pk3-16. Sastādīt programmu, kura ļauj noteikt, cik dienām pietiks 200 tonnu cementa, ja pirmajā dienā patērē 5 tonnas, bet katrā nākamajā dienā par 20% vairāk nekā iepriekšējā.

Pk3-17. Sastādīt programmu, kura nosaka visus Pitagora skaitļus gadījumam, kad 1<=a<20, 1<=b<20. Tātad jāatrod vesels skaitlis, kura kvadrāts ir divu skaitļu no dotā intervāla kvadrātu summa.

1.8. Masīvi

Darbojoties ar garām skaitļu vai simbolu virknēm, līdz šim bija nepieciešams definēt katram skaitlim vai simbolam savu atsevišķu mainīgo. Tas rada pārblīvētības iespaidu un apgrūtina programmas pārskatāmību. Lai atvieglotu liela apjoma datu apstrādi, ***Pascal*** un daudzās citās programmēšanas valodās ir iespēja veidot strukturētus mainīgos, kuru struktūra sastāv no vairākām viena tipa vērtībām. Katram strukturētajam mainīgajam ir viens nosaukums, bet pats mainīgais ir sadalīts mazākās vienībās un katra vienība satur vienu vērtību. Pie strukturētajiem mainīgajiem pieder **masīvi**, **ieraksti** un **faili**.

Vairākas viena tipa vērtības var apvienot masīvā. **Masīvs ir galīga skaita elementu kopums, kurā apvienoti viena tipa elementi.** Katram masīva elementam ir savs kārtas numurs. Masīvus iedala viendimensiju un daudzdimensiju masīvos. Tā, piemēram, skaitļu virkni var uzskatīt par viendimensiju masīvu. Bet datu tabulu (piemēram matricu) par divdimensiju masīvu. Pieeja masīva elementiem notiek pēc elementa kārtas numura masīvā jeb indeksa. Ar indeksa palīdzību tiek norādīts konkrētais masīva elements. Katram masīva elementam ir viens vai vairāki indeksi, kuri norāda elementa vietu masīvā. Elementi masīvā ir sakārtoti to indeksu augšanas secībā. Masīvu raksturojoši lielumi ir

- tips – visu masīva elementu tips;
- izmērs (rangs) – masīva indeksu skaits;
- indeksu izmaiņas diapazons – nosaka visu masīva elementu skaitu.

Vektors ir masīva piemērs, kura visi elementi tiek numurēti ar vienu indeksu. Līdz ar to vektora koordinātes ir viendimensiju masīva elementi.

Matrica (vērtību tabula) ir divdimensiju masīva piemērs. Tā elementi tiek numurēti ar diviem indeksiem – rindas numuru un stabiņa numuru. Augstāku kārtu masīvi praksē sastopami visai reti.

Datora atmiņā visi masīva elementi aizņem obligāti vienu nepārtrauktu apgabalu. Divdimensiju masīvi atmiņā tiek izvietoti pa rindām: vispirms visi pirmās rindas elementi, tad otrās u.t.t. Masīva elementa numurs vispārīgā gadījumā ir kārtas tipa izteiksme. Visbiežāk indekss ir konstante vai **integer** tipa mainīgais, retāk – **char** tipa vai **boolean** tipa lielums.

Konkrēts masīva elements tiek aprakstīts aiz masīva nosaukuma kvadrātiekavās norādot tā indeksu. Piemēram, A[3], B[3,5].

Viena no masīvu priekšrocībām ir tā, ka to indeksi var būt gan mainīgie, gan izteiksmes. Tas dod iespēju vērsties pie noteiktas masīva elementu virknes. Tā, piemēram A[i] dod iespēju pārskatīt visus masīva elementus, bet pieraksts A[i*2] – elementus, kuri atrodas pāra vietās vai A[2*i-1] – nepāra vietās.

Vienkāršākais masīva apraksta veids - mainīgo apraksta daļā **var** tiek definēts attiecīgs apzīmējums izmantojot vārdu **array**.

Viendimensiju masīva gadījumā

var <masīva vārds>**array**[apakšējā robeža..augšējā robeža]

Piemēram:

a:**array**[1..100] of **integer**;	{100 vesela tipa skaitļu masīvs}
b:**array**[0..25] of **char**;	{26 elementi – simboli}
c:**array**[-3..4] of **boolean**;	{8 elementi – loģiskās vērtības}

Divdimensiju gadījumā

var <masīva vārds>**array**[r1..rn, s1..sm] **of** <elementu tips>

kur, r1 – pirmās rindas kārtas numurs;
rn - pēdējās rindas kārtas numurs;
s1 - pirmā stabiņa kārtas numurs;
sm – pēdējā stabiņa kārtas numurs.

Tātad definējot tabulu

1	3	5	7
2	4	6	8
9	8	7	6

masīva veidā aprakstam jālieto

var tabula:**array**[1..3,1..4] of **integer**;

Svarīgi ievērot, ka ne vienmēr visi masīva elementi ir aizpildīti, tas nozīmē, ka reālais masīva elementu skaits var būt mazāks par definēto, bet **nekādā gadījumā nedrīkst rasties situācija**, kad reālais masīva elementu skaits ir lielāks par masīva definīcijā paredzēto.

Svarīgi ņemt vērā, ka *Turbo Pascal*-ā ir visai stingrs ierobežojums attiecībā uz operatīvo atmiņu, kas pieejama mainīgo aprakstam. Tās apjoms ir 64 kbaiti. Tātad izmantojot definīcijā **array**[1..105,1..105] of **real** tiek pārsniegta programmēšanas vidē pieejamā atmiņa (**viens real** tipa elements atmiņā aizņem **6 baitus**). Šādā situācijā tiek uzrādīta kļūda **Error 22 (structure too large)**. Operatīvās atmiņas ekonomijai lietderīgi iespēju robežās izmantot vienbaitīgus tipus **byte** un **shortint**.

Definējot masīvus to indeksu robežas **nedrīkst** uzdot ar mainīgajiem. Šim nolūkam ieteicams izmantot konstantes, kuras nosaka elementu skaitu. Tātad divdimensiju masīvu ērti definēt sekojošā veidā:

```
const  r=10; k=15;
var matrica:array[1..r,1..k] of real;
```

Masīvu definēšanu var realizēt arī citos veidos – **const** daļā kā tipizētu konstanti vai **type** daļā definējot masīvu kā atsevišķu tipu.

Iespējamās **tipiskās kļūdas** aprakstot masīvus:

1) nav noteikts masīvu izmērs un diapazona robežas - a:**array**[ ] **of real**;
2) masīva apakšējā robeža lielāka par augšējo - a:**array**[10..1] **of integer**;
3) masīva robežas jāuzrāda ar konstantēm, bet ne ar izteiksmēm - a:**array**[1..x+y] **of real**;
4) indeksu robežas nedrīkst uzdot ar decimālskaitļiem - a:**array**[1.0..20.0] **of integer**.

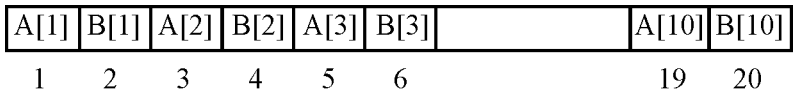
Izejot ārpus masīva indeksu robežām var tikt bojātas ar masīva elementiem aizņemtās atmiņas daļas blakus šūnas.

Ja vairākiem masīviem ir vienāds elementu skaits un viens un tas pats tips, tad tos var definēt, piemēram, šādi:

```
var A, B, C:array[1..10] of real;
```

Te katram no masīviem A, B, C var būt līdz 10 elementiem, kuri ir reāli skaitļi. Vienāda tipa un izmēra masīviem vērtību piešķiršanu var veikt šādi: A:=B; {masīvam A piešķir masīva B vērtības}.

Piemērs. Īs masīvi: A[1..10], B[1..10], C[1..20]. Masīvs A aizpildīts ar gadījuma skaitļiem. Masīvam B tiek piešķirtas masīva A vērtības. Jāsastāda programma, kura dod iespēju aizpildīt masīvu C atbilstoši sekojošai shēmai:




```
program masivi_3;
uses crt;
var A,B:array[1..10] of integer;
    C:array[1..20] of integer;
    i:integer;
begin  clrscr;
randomize;
for i:=1 to 10 do
   A[i]:=random(10);
writeln('Masivs A:');
for i:=1 to 10 do
   write(A[i]:3); writeln;
```

{definē divus 10 **integer** tipa elementu masīvus}
{definē 20 **integer** tipa elementu masīvu}

{masīva A aizpildīšana ar gadījuma skaitļiem

{masīva A vērtību izvade ekrānā, izmantojot ciklu}
{izvada tukšu rindu}

```
B:=A;                                   {masīvam B piešķir masīva A vērtības}
writeln('Masivs B:');                   {masīva B vērtību izvade ekrānā, izmantojot ciklu}
for i:=1 to 10 do
    write(B[i]:3); writeln;
for i:=1 to 10 do                       {masīva C elementiem, kuru indeksi ir nepāra skaitļi piešķir masīva A vērtības}
begin                                   {masīva C elementiem, kuru indeksi ir pāra skaitļi piešķir masīva B vērtības}
    C[2*i-1]:=A[i];
    C[2*i]:=B[i];
end;
writeln('Masivs C:');                   {Masīva C vērtību izvade ekrānā, izmantojot ciklu}
for i:=1 to 20 do
    write(C[i]:3);
end.
```

1.8.1. Darbības ar masīviem

Viendimensiju masīvu var stādīties priekšā kā galīgu lentu, kura sadalīta rūtiņās. Katrai rūtiņai ir kārtas numurs un attiecīgajā rūtiņā var kaut ko ierakstīt. Ar masīvu nevar rīkoties kā vienu veselu. Lai veiktu kādu operāciju ar masīvu kopumā, šī operācija ir jāveic ar katru masīva elementu atsevišķi, vēršoties pie konkrētā masīva elementa, izmantojot tā indeksu.

Ja programmā nepieciešams izvadīt ekrānā visu masīva elementu vērtības, tad visērtāk ir lietot galīga skaita ciklu operatoru **for**, kurā cikla mainīgo izmanto kā masīva indeksa vērtību.

1.8.2. Masīvu aizpildīšana.

Masīva elementu vērtības var uzdot sekojošos veidos:

- datu ievads no klaviatūras (programmas piemērs 1);
- ar gadījuma skaitļu ģeneratoru (programmas piemērs 2);
- ar piešķires operatoru;
- nolasot elementu vērtības no faila.

Katrā no šiem gadījumiem masīva aizpildīšanai tiek izmantots cikls.

Tā, piemēram, ievads no klaviatūras realizējas ar

```
for i:=1 to 5 do readln(A[i]);     {vektors no 5 elementiem}
```

vai

```
for i:=1 to 3 do
for j:=1 to 2 do readln([B[i,j]);  {matrica ar izmēru 3x2, t.i. 6 elementiem aizpildās pa kolonām}.
```

Aizpildot masīvu c ar n gadījuma skaitļiem no diapazona 0–99 izmantojam

```
randomize;      {gadījuma skaitļu devēja inicializācija}
for i:=1 to n do C[i]:=random(100);
```

Masīvu aizpildīšana ar gadījuma skaitļiem bieži tiek lietota veicot matemātisko modelēšanu un spēles gadījuma situāciju realizācijai.

Gadījumos, kad masīvs „jāattīra" no iepriekšējām elementu vērtībām, to aizpilda ar nullēm:

for i:=1 **to** n **do** A[i]:=0;

Masīva elementa vērtību izvade realizējas arī ar cikla operatoru for izmantojot operatorus **write** un **writeln**.

Vektora izvadi stabiņu veidā realizē

for i:=1 **to** n **do writeln**(A[i]);

bet rindas veidā

for i:=1 **to** n **do write**(A[i],' ');

vai **for** i:=1 **to** n **do write**(A[i]:4);

Matricu izvads standarta formā (pa rindām un kolonnām) realizējas izmantojot operatoru writeln bez parametra:

```
for i:=1 to n do
begin for j:=1 to m do
write(A[i,j]:4); writeln; end;
```

(skaitļu formāts palīdz nolīdzināt kolonnas).

1.8.3. Masīvu aizpildīšanas piemēri

1. Katram masīva elementam ar piešķires operatoru tiek piešķirta konkrēta vērtības. Sastādīsim programmu, kura aizpilda masīvu A[1..7] ar nedēļas dienu nosaukumiem un izvada tos uz ekrāna.

```
program diena;
uses crt;
var A:array[1..7] of string;
      i :integer;
begin   clrscr;
     A[1]:='Pirmdiena';
     A[2]:='Otrdiena';
     A[3]:='Tresdiena';
     A[4]:='Ceturtdiena';
     A[5]:='Piektdiena';
     A[6]:='Sestdiena';
     A[7]:='Svetdiena';
for i:=1 to 7 do writeln(A[i]);
readln;
end.
```

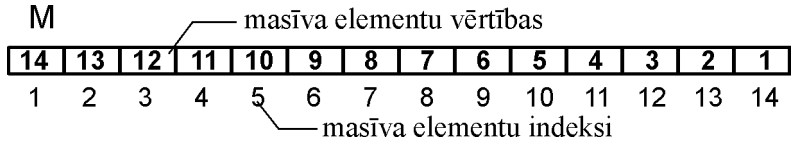
{definē masīvu ar 7 **string** tipa elementiem}

{Masīva elementus aizpilda ar nedēļas dienu nosaukumiem}

{Masīva elementu vērtību izvadīšana uz ekrāna}

2. Masīva aizpildīšana ar cikla palīdzību Sastādīsim programmu, kura izveido skaitļu virkni no veseliem skaitļiem no **1** līdz **n** dilstošā secībā un izvada to uz ekrāna.

Gadījumā, ja n=14, tad masīvu grafiski var attēlot šādi:



Protams, šo uzdevumu var atrisināt, neizmantojot masīvu, bet katru skaitļu virknes elementu piešķirot konkrētam mainīgajam. Šajā gadījumā ir jāizveido 14 mainīgie.

Veidojot šāda tipa programmu, tās apjoms pieaug proporcionāli virknes elementu skaitam. Tādēļ tiek pielietots masīvu uzpildīšanas paņēmiens izmantojot ciklus.

Varam atzīmēt, ka programmas **masivs_1** apjoms nemainīsies, ja elementu skaits pieaugs. Turpretī izmantojot iepriekšējo masīva uzpildes paņēmienu, programma būtiski pagarinās.

Sastādot programmu, kura paredzēta lielu masīvu apstrādei, ieteicams, vismaz programmas veidošanas sākumposmā, masīva elementiem piešķirt gadījuma skaitļu ģeneratora piedāvātās vērtības.

Pēc tam, kad masīva elementu apstrāde ir noprogrammēta, atrastas pieļautās kļūdas un konstatēts, ka programma strādā atbilstoši uzdevuma izvirzītajām prasībām, masīva elementu vērtību piešķiršanu gadījuma skaitļu veidā var aizstāt ar **read**, **readln** vai citiem operatoriem.

```
program masivs_1;
uses  crt;
var   M:array[1..14] of integer;                {definē masīvu ar 14 integer tipa elementiem}
      n,i:Integer;
begin  ClrScr;
write('Cik ir masiva elementu? ');
readln(n);
for i:=n downto 1 do
begin
write('Ievadi skaitļu virknes ',i, '    elementu: ');   {Masīva vērtību ievade izmantojot ciklu}
readln(M[i]);
end;
for i:=1 to n do write(M[i]:4);                 {Masīva vērtību izvade
readln;                                         ekrānā, izmantojot ciklu}
end.
```

3. Sastādīt programmu, kura aizpilda masīvu A[1..10] ar gadījuma skaitļiem no intervāla (3,10).

```
program masivs_2;
uses crt;
var A:array[1..10] of integer;
    i:integer;
begin  clrscr;
randomize;
for i:=1 to 10 do
A[i]:=random(8)+3;
for i:=1 to 10 do
write(A[i]:4);
end.
```

{definē masīvu ar 10 **integer** tipa elementiem}

{masīva aizpildīšana ar gadījuma skaitļiem*}

{masīva elementu vērtību izvade uz ekrāna}

Piezīme.* {dators "iedomājas" skaitli no intervāla [3;10], jo **random**(8) iniciē skaitli no intervāla [0,7], bet pieskaitot 3, A[i] vērtību intervāls ir [3,10].}

1.8.4. Masīvu apstrāde

Bieži nākas aprēķināt masīva elementu summu, to vidējo vērtību, noteikt maksimālās vai minimālās elementu vērtības un to kārtas numurus, nomainīt atsevišķu elementu vērtības ar citām u.t.t.

Viendimensiju masīva elementu summu nosaka:

```
s: =0
for i:= 1 to n do S:=S+a[i];
```

bet to reizinājumu:

```
r:=1;
for i:=1 to n do r:=r*a[i];
```

Piemērs. Meteoroloģiskā stacija ik pēc divām stundām reģistrē gaisa temperatūru. Sastādīt programmu, kura ļauj ievadīt iegūtos mērījumus un aprēķina diennakts vidējo gaisa temperatūru. Tātad diennaktī tiek veikti 12 neatkarīgi mērījumi.

```
program Meteo_stacija;
uses crt;
const n=12;
var   sum,vid:real;
      i: integer;
      M:array[1..n] of real;
begin  clrscr;
for i:=1 to n do
begin
```

{definē **n real** tipa elementu masīvu}

{aizpilda masīva elementus ar mērījumu vērtībām}

```
   write('Ievadi  ',i,'. merijumu: ');
   readln(M[i]);  end;
sum:=0;                                    {nosaka mērījumu summu}
for i:=1 to n do sum:=sum+M[i];
vid:=sum/n;                                {aprēķina diennakts vidējo temperatūru un
writeln('Diennakts videja temperatura ir    izvada uz ekrāna}
',vid:3:1, ' graadi. ');
 end.
```

Lai noteiktu veselu skaitļa masīva elementu skaitu, kuri ir pāru skaitļi, izmantojam programmas fragmentu:

```
k:=0;
for i:=1 to n do
if a[i] mod 2=0 then k:=k+1; {tiek pārbaudīts katrs masīva elements, vai tas dalās ar 2 bez atlikuma un fiksēts šādu elementu skaits}.
```

Bieži ir nepieciešama elementu meklēšana ar īpašu vērtību. Atrast elementu nozīmē noteikt tā kārtas numuru masīvā.

Tā, piemēram, lai noteiktu pirmo masīva elementu, kura vērtība ir 0, varam izmantot:

```
i:=0;                                      {masīva elementa numurs}
repeat
i:=i+1;
until(a[i]=0) or (i=n)                     {vai nu tāds elements tiek atrasts vai arī
if a[i]=0 then writeln(' pirmais ele-       nē (n atbilst pēdējam masīva elementam)}
ments ar vērtību 0 ir ', i)
else writeln ('tāda elementa nav');
```

Gadījumā, ja jāatrod visi elementi, kuru vērtības ir 0, būs jālieto cikla operators **for**. Šai nolūkā varam izmantot sekojošus operatorus:

```
Writeln('elementu, kuru vērtības ir 0, kārtas numuri ir ');
for i:=1 to n do
if a[i]=0 then write(i,'  ');
```

Elementu maksimālās vērtības un tā kārtas numuru nosaka operatori:

```
max:=a[1]; k:=1                            {meklēšanu sāk ar pirmo elementu}
for i:=2 to n do                           {pārskata visus pārējos elementus sākot ar otro}
if a[i]>max then                           {fiksē katru atrasto vērtību, kura lielāka par visām
begin   max:=a[i]; k:=i;                    iepriekšējām}
end;
```

Šis programmas fragments nodrošina pirmā maksimālā elementa noteikšanu. Operatorā **if** izmantojot nosacījuma formu a[i]>=max, nosakām **pēdējo elementu ar maksimālu vērtību** (pie nosacījuma, ka ir vairāki elementi ar maksimālu vērtību).

Studentam ieteicams izveidot programmas fragmentu, kurš dod iespēju fiksēt **visus** elementus ar maksimālo vērtību.

Atsevišķu masīva elementu **vērtības nomaiņa** ar uzdoto vērtību realizējas ar operatoriem:

```
min:=80;
for i:=1 to n do
if a[i]<min then a[i]:=min;
```

Šāds algoritms atbilst situācijai, kad pārskatot n darbinieku algas tiek konstatēts, kuriem no darbiniekiem alga ir zem pieļaujamā minimuma (80) un tās tiek nomainītas ar šo fiksēto vērtību min.

Studentam ieteicams papildināt šo programmas fragmentu ar operatoriem, kas ļautu fiksēt cik šādu darbinieku ir kopskaitā un par cik būs jāpalielina kopējais algu fonds.

Masīva elementu pārvietošanas mērķis ir elementu vērtību apmaiņa vietām. Tātad elementu vērtības nemainās, bet mainās to atrašanās vieta. Lai realizētu šādu elementu vērtību pārvietošanu, tiek izmantots papildus mainīgais (**apmaiņas buferis**), kurā uz laiku tiek saglabāta viena no elementu vērtībām.

Lai realizētu masīva pirmā elementa vērtības apmaiņu ar piektā elementa vērtību, izmanto operatorus:

```
buf:=a[1];  a[1]:=a[5];  a[5]:=buf;
```

1.8.5. Masīvu sakārtošana

Kārtošana un **meklēšana** ir svarīgākie informātikas jēdzieni. Kārtošanas būtība ir viena tipa datu kopuma sakārtošanas process augošā vai dilstošā kārtībā atbilstoši kādai no pazīmēm.

Kārtošanas procesā masīva elementi tiek mainīti vietām tā, lai gala rezultātā to vērtības būtu sakārtotas augošā vai dilstošā kārtībā. Gadījumos, kad starp masīva elementiem ir elementi ar vienādām vērtībām, lieto jēdzienus nedilstoši un neaugoši masīvi.

Sakārtotos masīvos informācija atrodama daudz ērtāk un ātrāk. Masīvu kārtošanai ir izstrādāti daudzi algoritmi, kuri atšķiras, galvenokārt, ar to realizācijas ātrumu. Liela apjoma (1000 un vairāk elementu) masīviem racionāli izmantot „ātrās" kārtošanas metodes. Mazāka apjoma masīviem var tikt pielietoti paši vienkāršākie kārtošanas algoritmi.

Par vienu no vienkāršākajām kārtošanas metodēm uzskatāma **lineārā sakārtošanas metode**.

Šīs metodes būtība atbilstoši veicot masīva sakārtojumu nosacījumam par tā elementu vērtību neaugšanu, ir pārskatot visu masīvu atrast lielāko vērtību un apmainīt to ar pirmā elementa vērtību. Algoritms tiek atkārtots sākot ar otro masīva elementu, tā noteiktā maksimālā vērtība tiek apmainīta ar otrā masīva elementa vērtību.

Šādu procesu realizē programma:

```
program sakarto_1;
const  n=10;
M:array[1..n] of byte
=(9,11,12,3,19,1,5,17,19,3);
var  i, j, buf, k:byte;
       a:integer;
begin
writeln('dotais masīvs ');
for i:=1 to n do write(M[i]:3);
writeln;
a:=0;
for i:=1 to n-1 do
for j:=i+1 to n do
begin
a:=a+1;
if M[i]<M[j] then
begin
buf:=M[i];
M[i]:=M[j];
M[j]:= buf;  end; end;
for k:=1 to n do
write('     ',M[k]);
writeln(' ir veiktas ',a, ' iterācijas');
end.
```

{masīvs tiek definēts tipizētas konstantes veidā}

{ - iterāciju skaitītājs}

{nepārbaudītās masīva daļas izmēra izmaiņa}

{salīdzina i-to elementu ar nepārbaudītās masīva daļas elementiem}
{ja atrasts elements, kurš ir lielāks par i-to elentu, tos maina vietām}

Konkrētā masīvā sakārtošanai neaugošā kārtībā bija nepieciešamas 190 iterācijas.

Studentam ieteicams patstāvīgi pārbaudīt cik iterācijas nepieciešamas, lai masīvu sakārtotu nedilstošā kārtībā.

„Burbuļu" metode. Tā ir viena no populārākajām masīvu sakārtošana metodēm un tās būtību raksturo algoritms, kura izpildes rezultātā „vieglākie" masīva elementi pakāpeniski „uzpeld". Metodes īpatnība ir tā, ka tiek salīdzināti blakus esošie elementi un, ja nepieciešams, samainīti vietām.

Šo algoritmu realizē programma:

```
program burbulis;
const n =10;
M:array[1..n] of byte
=(9,11,12,3,19,1,5,17,19,3);
var i,j,k,a,buf: integer;
begin
writeln ('dotais masivs');
for i:=1 to n do
write('    ' ,M[i]); writeln;
a:=0;
for i:=n downto 2 do begin
```

{masīvs tiek definēts tipizētas konstantes veidā}

{nepārbaudītās masīva daļas izmēra izmai-

```
for j:=1 to i-1 do
begin  a:=a+1;
if M[j+1]>M[j] then
begin
buf:=M[j];
M[j]:=M[j+1];
M[j+1]:=buf; end; end; end;
for k:=1 to n do
write('     ',M[k]);
writeln(' ir veiktas',a, ' iteracijas');
end.
```

ņa}

{salīdzina i-to elementu ar nepārbaudītās masīva daļas elementiem}

{ja atrasts elements, kurš ir lielāks par i-to elementu, tos maina vietām}

Programmas algoritms paredz ciklisku visu elementu no pēdējā līdz otram caurskati un pārvietošanu pa kreisi, ja „kaimiņam" ir mazāka vērtība. Pēc katra cikla soļa caurskatāmās masīva daļas garums samazinās par vienu.

Dotā masīva sakārtošanai ar „burbuļu" metodi ir nepieciešams veikt 45 iterācijas.

Abas iepriekš analizētās masīvu sakārtošanas metodes uzskatāmas par vienkāršām, bet arī maz efektīvām. Daudz efektīgāka ir metode, kuras pamatā ir masīva sadalīšanas princips atsevišķās daļās un elementu apmaiņa starp šīm daļām. Metodes algoritms ir visai sarežģīts un tādēļ attiecīgo programmu šī kursa apjomā nerekomendējam.

Meklēšana nesakārtotā masīvā ir visai darbietilpīga, jo pamatojas uz visu elementu caurskati un salīdzināšanu ar uzdoto vērtību („atslēgu") līdz situācijai, kad salīdzināšanas rezultāts dod vērtību **true**. Apstrādājot liela apjoma informāciju parasti vispirms attiecīgo informācijas masīvu sakārto un pēc tam veic nepieciešamā elementa meklēšanu. Viena no meklēšanas efektīvām metodēm ir „dalīšanas uz pusēm" metode.

Metodes ideja – sakārtotu masīvu dala uz pusēm un pēc masīva vidējā elementa vērtības nosaka, kurā masīva daļā atrodas meklējamais elements. Nevajadzīgo masīva daļu atmet un attiecīgo algoritmu atkārto ar atlikušo masīva daļu. Dalīšanu atkārto tik ilgi, līdz masīva daļa sastāvēs tikai no viena elementa.

Šādu algoritmu realizē programma:

```
program dala;
const n=20;
M:array[1..n] of byte
=(20,20,19,19,19,18,17,17,12,12,11,10,9,9,5,5, 3, 3, 2, 1);
var  atsl,i,pirm,ped:byte;
                    a: integer;
                  rez: boolean;
```

```
begin
writeln('dotais masīvs');
for i:=1 to n do
write('    ',M[i]);
writeln;
write('ievadaam mekleessanas ”atsleegu” '); readln(atsl);
a:=0; pirm:=1;  ped:=n; rez:=false;
repeat
i:=(pirm+ped) div 2;
if M[i]=atsl then rez:=true
else
if M[i]>atsl then pirm:=i+1
else  ped:=i-1;
a:=a+1;
until (rez) or (pirm>ped);
if rez then
Writeln(' mekleejamais elements atrodas  ',i, '-jaa vietaa ')
else writeln('masivaa nav mekleetaa elementa');
writeln('mekleessana veikta ar ', a, '  iteraacijaam')
end.
```

1.8.6. Elementu izslēgšana un ievietošana masīvā.

Tā kā masīva elementi izvietoti atmiņas blakusesošās šūnās, tad nepieciešamības gadījumā bez papildus grūtībām likvidēt vai arī pievienot elementus var tikai masīva beigās. Visos citos gadījumos nāksies masīva elementus pārbīdīt.

Sekojošā programma veic masīva elementu ar konkrētu vērtību meklēšanu, to izslēgšanu no masīva un masīva sabīdīšanu.

```
program izslegt;
const n=10;
Mas:array[1..n] of byte=(15, 35, 27, 6,
3, 74, 42, 15, 43, 91);
var  x, j, i, m: byte;                          {izslēdzamais elements, cikla parametrs
begin                                           pārbīdot elementus, skaitītājs, masīva
begin                                           elementu skaits pēc to sabīdīšanas}
writeln(‘sakotnejais masivs’);
for i:=1 to n do
write('    ',Mas[i]); writeln;
write(' izsleedzamais elements ');
readln(x);
m:=n; j:=0; i:=0;
repeat                                          {caurskatīt visus masīva
```

```
i:=i+1;
while Mas[i]=x do
begin  j:=i;
repeat
Mas[j]:=Mas[j+1];
j:=j+1;  until j>=m;
m:=m-1;
end;
until i>=m;
for i:=m+1 to n do  Mas[i]:=0;
writeln('iegūtais masīvs ir');
for i:=1 to n do write('   ',Mas[i]);
writeln;  end end.
```

elementus}
[kamēr kārtējais masīva elements ir vienāds ar **x,** nobīdām atlikušos elementus par **1**
pozīciju pa kreisi}

{samazinām masīva elementu skaitu}
{masīva "astē" ievieto nulli}

{ja 'astes' izvadīšana nav vajadzīga, tad ciklā **n** jānomaina ar **m**}

Paškontroles uzdevumi 4

Pk4-1. Dots programmas fragments:

```
var     A : array[1..30] of real;
        B : array[-5…5] of integer;
        C : array[11..25] of char;
```

Noteikt katram masīvam:

a) elementu skaitu;

b) kā pirmajam un pēdējam elementam ar operatora **readln** palīdzību piešķirt vērtības?

Pk4-2. Definēt masīvus, kuros var ierakstīt:

a) 35 kontroldarba atzīmes;

b) 20 automobiļu cenas;

c) 50 atbildes (ar "jā" vai "nē") uz vienu jautājumu.

Pk4-3. Pieņemot, ka masīvs Nauda ir definēts šādā veidā:

var Nauda: **array**[1..3] of **real**;

un tā elementu vērtības ir: Nauda[1] = 25,31 Nauda[2]= 43,27

Nauda[3] = 17,52 , noteikt, kādas ir masīva Nauda elementu vērtības pēc doto programmas fragmentu izpildes?

a) A:= 59.32; B:= A + Nauda[3]; Nauda[1]:= B;

b) **if** Nauda[3] < Nauda[1] **then begin**
Pag:= Nauda[3]; Nauda[3]:= Nauda[1]; Nauda[1]:= Pag; **end**;

Pk4-4. Dots viendimensiju masīvs, kurā ir 7 elementi. Sastādīt programmu, kura aprēķina pirmo četru elementu summu un pēdējo 3 elementu reizinājumu.

Pk4-5. Sastādīt programmu, kura ar gadījuma skaitļu ģeneratora palīdzību aizpilda masīvu A[1..10], tad piešķir masīva A vērtības masīvam B[1..10] un aizpilda masīvu C[1..10] ar masīva A un masīva B attiecīgo elementu summām.

Pk4-6. Sastādīt programmu, kura lietotāja ievadīto vārdu izdrukā apgrieztā secībā. Piemēram: Students – stnedutS.

Pk4-7. Sastādīt programmu, kura aizpilda masīvu A[1..20] tikai ar 0, 1 vai 2. Sakārtot elementus masīvā tā, lai sākumā būtu visas nulles, tad visi vieninieki, un beigās divnieki.

1.9. Funkcijas un procedūras

Mūsdienu programmēšanas būtiska iezīme ir moduļveida principa izmantošana. Atbilstoši šim principam programmas atsevišķas daļas tiek veidotas kā neatkarīgi moduļi - apakšprogrammas. Tas ļauj izmantot divas būtiskas priekšrocības – konkrētu fragmentu var izmantot vairākkārt kā vienā, tā arī vairākās programmās un programmu var izveidot kā nelielu neatkarīgu fragmentu kopumu. Tādas programmas viegli lasīt, testēt un kompilēt. Apakšprogrammu pielietošana dod arī iespēju taupīt atmiņu. Apakšprogrammās izmantojamo mainīgo saglabāšanai atmiņā tiek rezervēta atmiņas daļa tikai uz šīs apakšprogrammas izpildes laiku. Pārējā laikā tā ir atbrīvota. *Pascal*-ā moduļveida princips tiek realizēts izmantojot **procedūras** un **funkcijas**. Kaut arī tām ir analoga nozīme un struktūra, tās atšķiras ar pielietošanas mērķi un veidu. Visas procedūras un funkcijas dalās divās grupās – **iebūvētās** un programmētāja **sastādītās**. Iebūvētās, jeb standarta procedūras un funkcijās ir daļa no programmēšanas valodas un var tikt izsauktas bez papildus apraksta. Biežāk lietojamās standartfunkcijas, to argumentu un rezultātu tipi tika dotas tabulā (8. lpp). Šo funkciju izmantošana būtiski atvieglo programista darbu. Diemžēl šādu funkciju skaits ir visai ierobežots un daudzas plaši lietojamas funkcijas nav atrodamas Pascal bibliotēkā (kaut vai trigonometriskā funkcija tgx). Šādos gadījumos programmētājam nākas izstrādāt individuālas nestandarta procedūras un funkcijas.

Procedūru un funkciju struktūra tiek veidota ar saviem individuāliem mainīgiem, kurus sauc par **lokālajiem mainīgajiem**. Lokālos mainīgos definē procedūru vai funkciju iekšienē, un tie ir izmantojami tikai tajās procedūrās un funkcijās, kurās tie ir definēti.

Pārējie mainīgie (**globālie mainīgie**) tiek definēti programmas galvenajā daļā un tie ir izmantojami kā programmas galvenajā daļā, tā arī visās procedūrās un funkcijās. Ikreiz, vēršoties pie procedūras vai funkcijas, lokālie mainīgie tiek izveidoti no jauna. Tas nozīmē, ka iepriekšējos aprēķinos iegūtās vērtības netiek saglabātas. Gadījumos, ja procedūrā vai funkcijā kādam no mainīgajam piešķirts tāds pats nosaukums kā kādam no globālajiem mainīgajiem, procedūras vai funkcijas iekšienē tiek izmantots šis lokālais mainīgais.

Procedūra ir neatkarīga īpašā veidā noformēta programmas daļa, kurai tiek piešķirts atsevišķs vārds. Šim vārdam jābūt unikālam, tas nozīmē, ka to nedrīkst lietot citu programmas procedūru vai mainīgo apzīmēšanai. Procedūra var tikt daudzkārt pēc tās vārda izsaukta dažādās programmas vietās konkrētu darbību izpildei. Procedūru nevar lietot **kā operandu izteiksmē**. Uzrakstot šo vārdu programmas tekstā, tiek izsaukta jeb aktivizēta attiecīgā procedūra. Līdz ar procedūras izsaukšanu sākas tās izpilde - tiek izpildīti procedūrā ietilpstošie operatori. Pēc pēdējā operatora izpildes, tiek turpināta programmas izpilde no tās vietu, kurā tika izsaukta procedūra. Ja ir nepieciešams nodot informāciju no kādas programmas daļas uz procedūru, izmanto vienu vai vairākus parametrus. Tos norāda iekavās aiz procedūras nosaukuma. Šo parametru vērtības jānorāda izsaucot procedūru.

Procedūras vispārīgais pieraksts analogs programmas pierakstam. To veido nosaukums, apraksta un izpildāmā daļa. **Procedūrām un funkcijām** (atšķirībā no program-

mas) **nosaukums ir obligāta sastāvdaļa**. Tas sastāv no rezervētā vārda **procedure** vai **function** un to identifikatora (vārda), aiz kura apaļajās iekavās ieslēgts formālo parametru saraksts ar katra parametra tipa norādi. Piemēram:

procedure pakape(a:**real**, n:**integer**).

Izpildāmā daļa tiek ieslēgta operatoru iekavās **begin** un **end**, pie kam pēc **end** ir jālieto **semikols** nevis punkts kā tas ir programmas beigās.

Lai vērstos pie procedūras, tiek izmantots procedūras izsaukšanas operators. Tas sastāv no procedūras vārda un faktisko parametru saraksta apaļajās iekavās. Parametrus vienu no otra atdala ar komatu. **Parametru saraksts nav obligāts.**

Informācijas nodošana procedūrai realizējas trīs veidos:

1) ja uz procedūru nav nepieciešams nodot informāciju, tad definējot procedūru, aiz tās nosaukuma mainīgos nenorāda:

procedure <vārds>;

2) ja uz procedūru ir nepieciešams nodot tikai mainīgā vērtību (šī mainīgā vērtību procedūra neizmaina), tad aiz procedūras nosaukuma iekavās jānorāda jauns lokāls mainīgais un tā tips, kuram tiks piešķirta mainīgā vērtība:

procedure <vārds> (<mainīgais>:<tips>);

3) ja procedūrai jānodod pats mainīgais, ļaujot procedūras operatoriem mainīt šī mainīgā vērtību, tad aiz procedūras nosaukuma iekavās jāraksta **var** un jānorāda jauns lokāls mainīgais, kuram tiks piešķirta galvenajā programmas daļā izmantotā mainīgā vērtība:

procedure <vārds> (**var** <mainīgais>:<tips>).

Pēc procedūras izpildes nodotajam mainīgajam tiks piešķirta procedūras mainīgā vērtība.

Paskaidrosim to ar piemēru:

Jānis (mainīgais ar vērtību, kuru nodod procedūrai) aizbrauc uz ārzemēm (procedūra) mācīties. Tur Jāni jaunie draugi sauc par Džoniju (mainīgais iegūst jaunu pagaidu nosaukumu, pēc kura procedūrā tiek veikta mainīgā vērtību maiņa), bet atgriežoties mājās viņu atkal sauc par Jāni, un viss, ko viņš ir iemācījies ārzemēs, ir Jāņa rīcībā (programmas galvenās daļas mainīgajam saglabājas vērtība, kas iegūta procedūras darbības gaitā).

Funkcija līdzīgi kā procedūra veido atsevišķu noslēgtu programmas daļu, bet atšķiras no pēdējās ar to, ka funkcijas darbības rezultāts galvenajai programmas daļai tiek nodots kā mainīgais. Tādēļ, definējot funkciju, ir jānosaka, kāds būs tās darbības gala rezultāta tips.

function <vārds> (<mainīgie>): <funkcijas tips>;

Piemērs. Sastādīsim programmu, kura dod iespēju izveidot tabulu collu pārveidošanai centimetros.

Tabulas izveidošanai izmantosim vienkāršotu procedūru (bez parametriem) horizontālas līnijas izveidei.

```
program col_cm;
var col: integer;
    cm: real;
```

```
procedure linija ;
var i: integer;
begin
for i:= 1 to 20 do write (' –');
writeln;  end;
```
{horizontālas līnijas veidošanas procedūra}

```
begin
linija;
writeln('  │  collas  │  cm  │');
for col:= 1 to 10 do
begin  cm:= 2.54*col;
writeln('│', col: 8, '│', cm:9:3, '│');
end;
```
{pamatprogrammas sākums}
{novelk augšējo līniju}
{tabulas galva}
{izveido divas kolonnas ar desmit vērtībām katrā}

```
linija
end.
```
{tabulu noslēdzošā līnija}

Vēlams programmu papildināt tā, lai katru colla – centimetri pāri atdalītu horizontāla līnija.

Minētā piemērā uzskatāmi redzama viena no procedūras priekšrocībām - ērta līnijas izmēru un to veidojošo simbolu nomaiņa. Attiecīgie labojumi jāizdara tikai vienu reizi konkrētajā procedūrā, bet ne vairākkārt programmā.

Sastādīsim procedūru, ar kuru nomainot iepriekšējā piemērā izmantoto, iegūstam iespēju izveidot dažāda garuma horizontālas līnijas, pie kam šīs līnijas veidojot no atšķirīgiem simboliem.

```
procedure linija (gar:integer;
simb :char) ;
var i: integer;
begin
for i:= 1 to gar do write( simb);
writeln;  end;
linija (20, ' _ ');
linija (10, ' # ');
linija (15, ' ○ ');
```
{**gar** – līnijas garums simbolos, **simb** – simboli no kuriem veidojas līnija}

{Izmantojot galvenajā programmā šos trīs neatkarīgos procedūras izsaukumus, iegūstam trīs atšķirīgas līnijas}

Daudzu uzdevumu algoritmos nākas veikt skaitļu kāpināšanu vesela pozitīva skaitļa pakāpē (Pascal- ā nav šādas standartoperācijas). Kāpināšanu pozitīvā pakāpē iespējams veikt izmantojot procedūru:

```
procedure pakape (x: real;
n:byte; var rez: real);
var i: integer;
begin       rez:= 1:
for i:= 1 to n do rez:= rez*i;
end;
var p1,p2,p3: real;
```
{**x** – skaitlis, kurš tiek kāpināts **n** – tajā pakāpē, rezultāts būs parametrs – mainīgais **rez**}

{pamatprogramma}

```
begin
pakape(2,10,p1);
pakape(2,20,p2);
pakape(2,30,p3);
writeln('210 = ', p1: 4 );
writeln('220 = ', p2: 7 );
writeln('230 = ', 31: 10)
end.
```

{mainīgajiem **p1, p2** un **p3** tiek piešķirtas vērtības atbilstoši pakāpēm **10 , 20** un **30**}
{globālie mainīgie }

Ņemot vērā to, ka šī procedūra pamatprogrammai nodod tikai vienu rezultātu, šo procedūru var noformēt arī kā funkciju. Tas izdarāms sekojošā veidā:

```
function pak (x:real; n:byte): real;
i, p: integer;
begin     p:= 1:
for i:= 1 to n do begin p:=p*i; pak:=p;
end;
var x,n,y: real;
begin
writeln(' ievadiet kāpināmo skaitli un
kāpinātāju');
readln(x,n);
y:= pak(x,n);
writeln (x:4:2, ' pakape ',  n:2,' ir ',y)
end.
```

{**x** – skaitlis, kurš tiek kāpināts **n** – tajā pakāpē, rezultāts būs identifikatorā **pak**}

{pamatprogramma}

{mainīgajam y tiek piešķirta attiecīgā funkcijas vērtība}

Piemērs. Definēt skaitļa **n** faktoriāla (n!) funkciju.

```
function  fakt(n): real;
            fak,i: integer;
begin  fak:= 1;
       for i:= 1 to n do
       fak:= fak*i;
       fakt:=fak;
  end;
```

Piemērs. Sastādīsim programmu, kura aizpilda masīvus **A[1..n]** un **B[1..m]** ar gadījuma skaitļiem, saskaita katra masīva elementu vērtības un nosaka, kura masīva elementu summa ir lielāka.

Sastādot šo programmu, izmantosim procedūras un funkcijas, kurām no programmas galvenās daļas ir jānodod viens mainīgais (masīvs **A** vai **B**) un viena mainīgā vērtība (elementu skaits **n** vai **m**).

```
program salidzini_summu;
uses Crt;
var A,B:array[1..20] of integer;
    i,n,m:integer;
```

```
procedure mas_uzpilde (var x: array of
integer; y:integer);
begin
    for i:=1 to y do
```

{procedūra, kura aizpilda viendimensiju masīvu ar gadījuma skaitļiem}
{no programmas galvenās daļas uz procedūru tiek nodoti divi mainīgie - **ma-**

x[i]:=**random**(10)+1; **end**;	**sīvs** un tā **elementu skaits**.}
procedure mas_izvade(**var** x: **array** of **integer**; y: **integer**); **begin** **for** i:= 1 **to** y **do write**(x[i]:4); **writeln**; **end**;	{procedūra, kura izvada viendimensiju masīva elementu vērtības: no programmas galvenās daļas uz procedūru tiek nodoti divi mainīgie - **masīvs** un tā **elementu skaits**}

function summa(**var** x: **array** of **integer**; y: **integer**): **integer**;
var sum:**integer**;
begin sum:=0;
for i:=1 **to** y **do**
sum:= sum+x[i];
summa:=sum;
end;
	{viendimensiju masīva elementu vērtību aprēķina funkcija }
	{no programmas galvenās daļas uz funkciju tiek nodoti divi mainīgie - masīvs un tā elementu skaits, bet pēc funkcijas izpildes programmas galvenajai daļai tiek nodots vesels skaitlis (**summa) -** funkcijas lokālais mainīgais, kura vērtība nav pieejama programmas galvenajai daļai}

begin ClrScr;
randomize;
write('Ievadi masiva A elementu skaitu n= '); **readln** (n);
mas_aizpilde (A,n);
 	
mas_izvade(A,n);
writeln ('Masiva A elementu summa ir:', Summa(A,n));
 	
write ('Ievadi masiva B elementu skaitu: '); readln(m);
Mas_aizpilde (B,m);
Mas_izvade (B,m);
writeln ('Masiva B elementu summa ir: ', Summa(B,m));
if summa (A,n) > summa (B,m) **then**
	{**sākas pamatprogramma**}
	{ izvēlas parametra **n** vērtību}
	
	{izsauc procedūru, nododot tai divus mainīgos –masīvu **A** nodod kā mainīgo ar vērtību, bet masīva elementu skaitu **n** nodod tikai kā mainīgā vērtību. Masīva **A** vērtības piešķirs procedūras mainīgajam **x**, bet masīva elementu skaita **n** vērtību piešķirs mainīgajam **y**. Pēc procedūras izpildes masīva **x** vērtības tiks piešķirtas masīvam **A**, bet mainīgā **n** vērtība netiks izmainīta. {izsauc procedūru, kas izvada uz ekrāna masīva **A** vērtības}
	{izsauc funkciju **summa**, kas atgriež masīva **A** elementu summu, kuru **writeln** operators izvada uz monitora ekrāna.}
	{analogas manipulācijas tiek veiktas arī ar masīvu **B**}
	
	{salīdzina masīvu elementu summas (funkcijas summa(A,n) un summa(B,m)}

```
writeln('Masiva A elementu summa ir lielaka par masiva B elementu summu')
else
if summa (A,n)<Summa (B,m) then
writeln('Masiva A elementu summa ir mazaka par masiva B elementu summu')
else
writeln('Masiva A elementu summa ir vienada ar masiva B elementu summu')
end.
```

Paškontroles uzdevumi 5

Pk5-1. Kuri dotajā programmā ir lokālie un kuri globālie mainīgie?

```
program druka;
uses crt;
var  j: integer;
  A,B: char;
 Burti: array[1..100] of char;
procedure Rekins(Skaits: integer);
var  i,Burts: char;
begin     Burts:= '*';
for i:=A to B do
if Burti[Ord(i)] > Burts then
Skaits:= Skaits + 1;
writeln('Skaits = ', Skaits);
end;
begin
ClrScr; randomize;
A:='A'; B:='z';
for j:=1 to 100 do
Burti[j]:= chr(random(35)+30);
Rekins(0);
end.
```

Pk5-2. Kas tiks izvadīts monitora ekrānā pēc dotās programmas izpildes?

```
program Druka;
uses crt;
var    A,B: char;
procedure Raksta(A: integer);
const  B= 5;
begin   writeln(A:3, B:3); end;
procedure Skaita;
var A: char;
begin  A:= B;     B:= '*';
writeln(A: 3, B:3);  end;
```

```
begin  ClrScr;
A:= 'a';  B:= 'b';
Raksta(7); writeln(A:3, B:3);
Skaita;   writeln(A:3, B:3);
readln; end.
```

Pk5-3. Atrast kļūdas programmas fragmentos un paskaidrot tās.

a) **function** Liels(A,B: **integer**): **integer**;
begin **if** A> B **then** Liels:= A; **end**;

b) **function** Summa(Skaits: **integer**): **integer**;
var L: **integer**;
begin Summa:= 0;
for L:=1 **to** Skaits **do** Summa:= Summa + L; **end**;

Pk5-4. Noteikt summas 1!+2!+3!+4!+5! **vērtību.**

Pk5-5. Noteikt summas $1/a +1/a^2 +1/a^3 +1/a^4 + ... +1/a^n$ vērtību patvaļīgai naturāla skaitļa **n** vērtībai.

Pk5-6. I**zvadīt tabulas veidā** summu

- $1 +1/2+1/3 +1/4 + ... +1/n$
- $1 + 1/2^2 + 1/3^2 +1/4^2 + ... +1/n^2$
- $1/3^2 + 1/5^2 +1/7^2 + ... +1/(2n+1)^2$
- $1! +2!/(1+1/2) +... +n!/(1 +1/2 + ... 1/n)$

vērtības naturāla skaitļa **n** vērtībām intervālā (5, 10).

Pk5-7. Izveidot funkcijas $y = 3x^5 + 2 x^3 - 7 x^2 + x -8$ **vērtību tabulu** intervālā (1,15) ar soli 2.

Pk5-8. Izveidot dotās programmas, kura nosaka ar virsotņu koordinātēm uzdota **četrstūra ABCD laukumu,** komentārus. Papildināt programmu tā, lai tiktu izvadīti atsevišķu trīsstūru laukumi. Pārbaudīt risinājumu izvēloties citu četrstūra dalījumu. Pārveidot programmu tā, lai tiktu izmantotas funkcija un procedūra.

```
program laukums4stur;
uses crt;
var xA,yA,xB,yB,xC,yC,xD,yD:integer;
a,b,c,d,e,AB,BC,CD,AD,DB,L,p1,p2,T1,T2:real;
begin
clrscr;
writeln (Ievadi koordinates xA, yA, xB, yB, xC, yC, xD, yD ');
writeln;
write('  xA= '); readln(xA);
write('    yA= '); readln(yA);
write('        xB= '); readln(xB);
write('            yB= '); readln(yB);
write('            xC= '); readln(xC);
write('        xC= '); readln(yC);
```

```
write('     xD= '); readln(xD);
write('  yD= '); readln(yD);
AB:=sqrt(sqr(xB-xA)+sqr(yB-yA));
BC:=sqrt(sqr(xC-xB)+sqr(yC-yB));
CD:=sqrt(sqr(xD-xC)+sqr(yD-yC));
AD:=sqrt(sqr(xD-xA)+sqr(yD-yA));
DB:=sqrt(sqr(xB-xD)+sqr(yB-yD));
p1:=(AB+DB+AD)/2;
     T1:=sqrt(p1*(p1-AB)*(p1-DB)*(p1-AD));
p2:=(DB+CD+BC)/2;
     T2:=sqrt(p2*(p2-DB)*(p2-CD)*(p2-BC));
L:=(T1+T2);
writeln;
write('Jusu ievadita 4-stura laukums ir ',L:4:2);
end.
```

Pk5-9. Noteikt vienādojuma f(x)= 0 reālās saknes lietotāja izvēlētā intervālā (a, b). Izveidot programmas komentāru. Veikt rezultātu pārbaudi.

```
program saknes;
     var  a,b,c,eps,fa,fc: real;
function f(x:real): real;
     begin   f:=sqr(x) - 2;   end;
begin
     read(a,b,eps);
fa:= f(a);
while abs(b-a) > eps do
begin
c:= (a+b)/2;
fc:= f(c);
if fa*f c< 0 then b:= c
    else  begin
a:= c;  fa:= f(c);  end;
end;  write(c) ;end.
```

Pk5-10. Noteikt laukumu figūrai, kuru ierobežo līkne y(x), abscisu ass un taisnes x=a un x=b ar uzdotu precizitāti p. Izveidot programmas komentāru.

```
program laukums_y;
label 1;
var  a,b,s1,s2,x,d,p: real;
                      n: integer;
function y(x: real): real;
begin
      y:= Sqrt (100-Sqr(8-x))-6;
```

```
end;
begin
write('apaksseejaa robezza a=  '); readln(a);
write(' augsseejaa  robezza b=  '); readln(b);
write(' precizitaate   p=  '); readln(p);
n:= 1; s2:= 0;
1: n:= n+1; x:= a;
d:= (b-a)/n;
s1:= 0;
while x < (b+d/2) do
begin
s1:= s1+y(x);
x:= x+d;
end;
s1 := s1*d;
if abs(((s1-s2)*100)/s1) > p then
begin
s2:= s1;
goto 1
end;
write('  laukums s=');
writeln(s1);
write('  dalijumu skaits n=  ');
writeln(n);
end.
```

Pk5-11. Noteikt vienādojuma F(x) = 0 **saknes** un aprēķināt liknes F(x) un abscisu ass ierobežoto **laukuma daļu** gadījumā, ja $F(x)=x^2-4$.

1.10. Pielikumi

Paškontroles uzdevumu atbildes.

Pk1-1. Gadījumā, ja d=11 un e=3, iegūstam a) **3.67** b) **3** c) **2**.
Pk1-2. a) **v= 1.2855146294E+00** b) **y izmainas par 5.7500000000E+03**
Pk1-3. Uzdevuma atrisināšanai ieteicams izmantot skaitļu dalīšanu **mod** ar 7 un ar 3.
Pk1-4. Veicot uzdevumu svarīgi atcerēties, ka lenķu vērtības no grādiem jāpārvērš radiānos un ka trigonometriskās funkcijas tgx Pascal standartfunkciju bibliotēkā nav un tās aprēķins jāorganizē programmētājam.
Pk1-5. Aprēķinu veikšanai jāizmanto sakarības: rinķa līnijas garums - **2πr**, rinķa laukums - $\boldsymbol{\pi r^2}$**,** kur **r** ir rinķa radiuss.
Pk1-6. Diennaktī ir 86400 sekundes. Svarīgi ņemt vērā, ka iegūtais skaitlis pārsniedz **integer** tipa skaitļu diapozonu**.**
Pk1-7. Iegūstam simbolus **♣,** ♀ **, ▲, ■,** ╚**.**

Pk1-9. Izmantojam kvadrātvienādojuma sakņu noteikšanas formulas. Pārbaudi veicam ievietojot iegūtās sakņu vērtības vienādojumā un nosakot cik precīzi tās apmierina vienādojumu.

Pk1-11. Trīsciparu skaitļa pirmo ciparu varam noteikt veicot dalīšanu **div** ar **100**, otro ciparu veicot ši dalījuma atlikuma dalīšanu **div** ar **10.**

Pk2-1. a) 1; b) 2; c) 0.

Pk2-2. a) trūkst operatoru **begin** un **end**; un nepareizi pierakstīta vērtību salīdzināšana.
b) lieks ir semikols pirms **else** un trūkst iekavu salīdzināšanā.

Pk2-3.
```
if (A<>0) and (sqr(A)<25) then A:=-A
else A:=1;
```

Pk2-4.
```
var sk:byte;
begin  sk:=random(10)+1;
case sk of
1: write('viens');
2: write('divi');
----------
10:write('desmit');
end.
```

Pk2-5. Jāizmanto operātori:
```
D:= sqr(b)-4*a*c;
if D>0 then
 begin
  x1:= (b+sqrt(D))/2*a;
  x2:= (b-sqrt(D))/2*a;
  write('ir divas realas saknes : x1=', x1, ' x2=',x2);
 end
 else
 if D=0 then
 begin
  x1:= b/2*a;
  write('ir viena reala sakne : x=', x1);
 end
 else  write('realu saknu nav ');
```

Pk2-6.
```
X:= 3*sin(a*pi/180);
if x>3 then write('y= ',2*x+5) else
if x=1 then write('funkcija nav defineta')
else write('y= ',2*x-3/(x-1));
```

Pk2-7. Jāizmanto operātors:

```
if ((a+b)>c) and ((a+c)>b) and ((c+b)>a) then
write('var uzkonstruet trijsturi') else write('nevar uzkonstruet
 trijsturi').
```

Pk3-1. a) **6 8 10 12 14 16**

b) **1; 99 2; 98 3; 97 4; 96 5; 95**

c) **** 6** 7** 8** 9** 10**

d) **13 14 15 16 17 18 19 20 21**

Pk3-2. a) **for** i:=1 **to** 5 **do writeln**(i);

b) Summa:=0;

```
for i:=1 to 10 do begin
                    read(Skaitlis);
                    Summa:=Summa+Skaitlis;
                                              end;
writeln (Summa:15);
```

Pk3-3. **for** i:=3 **to** 10 **do writeln**(13-i:13-i);

Pk3-4. Summa:=0;

```
   for i:=4 downto 1 do begin
                          writeln('*':15-i);
                          Summa:=Summa+(5-i);
                    writeln(Summa);
                                              end;
```

Pk3-5. Var izmantot operātorus: sum:=0;
for i:= a **to** b **do** sum:=sum+sqr(i);
write(sum);

Pk3-6. Var izmantot operātorus: r:=1;
for i:= a **to** b **do** r:=r*i;
write(r);
Svarīgi izsekot tam, lai reizinājums r nepārsniegtu tā definīcijas apgabalu.

Pk3-7. Var izmantot operātorus: b:=0;
for i:= 1 **to** 100 **do begin** a:= random(n);
if a>b **then** b:=a; end;
write(b);

Pk3-8. Var izmantot operātorus:
for i:= 1 **to** 100 **do begin** a:= random(n);
if (a<=n/3) **then** n1:=n1+1;
if (a>n/3) **and** (a<=2*n/3) **then** n2:=n2+1
else n3:=n3+1 **end**;
write('n1=',n1, ' n2=',n2, ' n3=',n3)

Pk3-9. Var izmantot operātorus: s:=0;
for i:= 1 **to** n **do begin if** (i mod 2=0) **then**
s:=-+1/i;

else s:=s+1/i **end**;
write('n1=',n1, ' n2=',n2, ' n3=',n3);

Pk3-14. Var izmantot operātorus: read(N);
for i:= 1 **to** G **do** N:=N+N*P/100;
write('pec G gadiem summa summa bus ',N);

Pk3-15. Var izmantot operātorus:

```
i:=1;
a:=1;
s:=a;
while (a>p) do
begin
 i:=i+1;
 a:=1/i;
 s:=s+a;
end;
```

Pk3-16. Var izmantot operātorus: p:=5; C:=200; n:=0;
while p<C **do**
begin C:=C-p; n:=n+1; p:=p*1.2; **end;** write(n);

Pk3-17.

```
program Pitagors;
var a,b,c,cx: integer;
begin
      for a:=1 to 20 do
      for b:=a to 20 do
begin
      cx:=sqr(a)+sqr(b);
      c:=1;
while sqr(c)<=cx do
begin
      if sqr(c)=cx then
       write(a,b,c);
       c:= c+1;
end;
end
end.
```

{b mainās no a nevis no 1, lai izslēgtu pāru atkārtošanos}

{pārbauda nosacījumu visiem skaitļiem no 1 līdz pareizajam}
{pareizā skaitļa gadījumā izdrukā visus trīs skaitļus}
{pretējā gadījumā palielina c par 1 un atgriežas pie nosacījuma pārbaudes}

Iegūstam rezultātu: 3 4 5; 5 12 13; 6 8 10; 8 15 17; 9 12 15; 12 16 20; 15 20 25.

Pk4-1. a) masīva A elementu skaits ir 30, masīva B elementu skaits ir 11,
Masīva C elementu skaits ir 15.
b) **readln(**A[1]); **readln**(A[30]); **readln**(B[-5]); **readln**(B[5]);
readln(C[11]); **readln**(C[25]).

Pk4-2. KONTR:**array**[1..35]**of byte**; AUTO: **array**[1..20]**of real;**
ATBILDE:**array**[1..50]**of char.**

Pk4-3. a) Nauda[1] = 76,84 Nauda[2] = 43,27 Nauda[3] = 17,52

Nauda[1] = 17,52 Nauda[2] = 43,27 Nauda[3] = 25,31

Pk4-4. Varam izmantot operātorus**: for** i:=1 **to** 4 **do** s:= s+M[i];
for j:=5 **to** 7 **do** r:=r*A[j];

Pk4-5. Varam izmantot operātorus**: for** i:= 1 **to** n **do begin**
A[i]:=random(n); B[i]:=A[i]; C[i]:=A[i] + B[i]:end;

Pk4-6. **var** A:**array**[1..n] **of char**; B: **array**[1..n] **of char**;
begin for i:= 1 **to** n **do begin** read (A[i]); j:=n+1-i;
B[j]:=A[i];**end; for** i:= 1 **to** n **do** write(A[i]);
for i:= 1 **to** n **do** write(B[i]);**end.**

Pk5-2.
7 5
a b
b *
a *

Pk5-4. Summa iegūstama ar **for** operātoru ar parametru vērtībām a=1 un b=5 un izmantojot funkciju skaitļa faktoriāla aprēķināšanai.

Pk5-5. Līdzīgi kā iepriekšējā uzdevumā ar operātora for palīdzību tiek aprēķināta summa, kuras saskaitāmie ir funkcijas $1/a^n$ vērtības skaitļiem n no 1 līdz izvēlētajai vērtībai.

Pk5-6. Katra no summām noformējama funkcijas veidā. Tabulas izveidošanai ērti izmantot operātoru **for**.

Pk5-7. Ieteicams izmantot pakāpes funkciju x^n. Funkcija y tiek noteikta pie nosacījumiem x=1, x=3 u.t.t.

Pk5-11 Vienādojuma saknes ir x_1= -4 un x_2=4, bet laukums – 84,9.

1.11. Darbs ar programmu

Palaižot *Turbo Pascal 7.0* (fails turbo, exe), atveras ekrāns, kura augšējā daļā izvietota komandu rinda.

Šalā rindā ietilpst

- **File** (darbs ar failiem), kurā iekļautas komandas: New, Open, Save, Save as, Save all, Change dir, Printer setup, Print, Dos shell, Exit.
- **Exit** (teksta redaktors) – iekļautas komanda: Undo, Redo, Cut, Paste, Clear, Show clipboard
- **Search** (teksta meklēšana un aizstāvēšana) – komandas: Find Replace, Search again, Go to line number
- **Run** (programmas izpilde) – **Run, Step Over** (izpildot programmu pa soļiem)**, Trace into** (izpildīt pa operatoriem), **Go to cursor** (izpildīt līdz rindai, kurā atrodas kursors), **Program reset** (pārtraukt skaņošanu, atbrīvot atmiņu, aizvērt visus failus, kuri tika izmantoti programmā), **Parametrs** (uzdot komandu rindas argumentus).
- **Compile** (programmas kompilācija) un tās komandas **Compile, Make, Build, Information.**
- **Debug** (programmas skaņošana) – **Breakpoints, Call stack, Watch, Output** (rezultātu logs), **User screen**, Evaluate/modify
- **Tools** (komandu izpilde neizejot no Pascal vides)
- **Options** (kompilatora parametru uzstādījums)

- Windows (operācijas ar logiem)
- **Help** (informācijas iegūšana).

Programmas ievade un korekcija. Ekrāna darba zonā (pamatlaukumā) tiek rakstīta programma. Svarīgi ņemt vērā, ka vienā ekrāna logā var rakstīt **tikai** vienu programmu. Kopumā ir 20 logi. Tie aizveras ar peles klikšķi uz izslēgšanas pogas ekrāna augšējā kreisā stūrī (maza - zaļa).

Pulsējošais kursors darba zonā norāda ekrāna vietu, kurā tiks ievadīts programmas teksts. Lai dzēstu kļūdaini ievadītu simbolu, kursors jānovieto zem šī simbola un jānospiež taustiņš **Delete** vai arī kursors jānovieto pa labi no attiecīgā simbola un jānospiež taustiņš **Back Space**. Uz nākamo rindu kursors tiek pārcelts nospiežot **Enter**.

Saglabāšana uz diska. Uzrakstīto programmu pirms tās izpildīšanas ieteicams **saglabāt** uz diska. Šai nolūkā tiek atvērta pozicija **File**, aktivizēta komanda Save vai Save as, ievadīts programmas nosaukums un nospiests **Enter**. Tā rezultātā fails tiks saglabāts kārtējā kataloga vinčesterā. Gadījumos, ja fails jāsaglabā kādā citā katalogā, pirms ieraksta, izmantojot komandu **Change dir** (no File) jāsameklē nepieciešamais katalogs.

Programmas izpilde. Šai nolūkā tiek aktivizēta komanda **Run**. Gadījumos, kas programmā pielaistas sintaktiskas kļūdas, Turbo Pascal translators norādīs uz to atrašanās vietu, un dos atbilstošu paziņojumu (Error...). pēc tam, kad kļūda ir novērsta un programma saglabāta uz diska, to var palaist atkārtoti.

Apskatīt programmas darba rezultātus varam ieslēdzot komandu **User screen** (no **Debug**). Nospiežot jebkuru klaviatūras taustiņu, atgriežamies pie programmas teksta. Varam izmantot arī komandu **Output** (no **Debug**), kura atvērs risinājuma rezultātu izvades logu. Lai atstātu šo logu atvērtu visā programmas izpildes laikā jārealizē komandu **Cascade** (no Window).

Beidzot darbu Pascal vidē jānospiež komandpoga **Exit** (no **File**).

Programmas skaņošana

Programmas skaņošanas procesā tiek atklātas un novērstas kļūdas, kuras ieviesušās visos programmas sagatavošanas etapos. Pēc sava rakstura kļūdas iedalāmas trīs grupās:

- sintaktiskās kļūdas – tās kuras rodas *Pascal* valodas sintakses likuma neievērošanas dēļ. Šai grupā tipiskas kļūdas ir: punkturācijas zīmju trūkums; apraksta daļā nedefinētu konstanšu, mainīgo vai masīvu izmantošana programmas operatora daļā; nepareizu datu piekārtošana u.c. šāda tipa kļūdas tiek atrastas kompilācijas procesā.
- semantiskās kļūdas – saistītas ar *Pascal* valodas semantisko likumu neievērošanu (dalīšana ar nulli, mēģinājums izvilkt sakni no negatīva skaitļa u.c.). Šī tipa kļūdas tiek atklātas programmas izpildes gaitā (etapā). Tā rezultātā programmas izpilde tiek pārtraukta, kursors nostājas kļūdas vietā un uz ekrāna tiek izvadīts paziņojums:
  Run time error <Nr.> at < x: y>,
  kur Nr. – kļūdas numurs, x:y – kļūdas adrese.
- algoritmiskās kļūdas – rodas nepareizu algoritmisku konstrukciju veidošanas rezultātā. Šī veida kļūdas ne vienmēr ir vienkārši atrodamas.

Pascalā nav automātiska loģisko kļūdu meklētāja. Šādu kļūdu atklāšanai tiek rekomendēts veikt atsevišķu apakšprogrammas skaņošanu sākot ar zemāko hierarhijas līmeni. Programmas darba rezultātus obligāti jāpārbauda ar testa uzdevumiem, kuru rezultāti ir zināmi.

Turbo Pascal integrētajā rīku aprīkojumā atrodams iebūvēts skaņotājs (**Debugger**), ar kura palīdzību var izsekot programmu izpildei. Skaņotājs dod iespēju:

- veikt programmas skaņošanu un trasēšanu pa soļiem;
- izpildīt programmu līdz noteiktai vietai;
- realizēt programmas pārstartēšanu;
- caurskatīt un modificēt mainīgos.

Skaņošana un trasēšana pa soļiem. Tiek aktivizēta komanda **Step Over** (no **Run**). Lai veiktu programmas trasēšanu, jāizmanto komanda **Trace into** (no **Run**). Atšķirība starp abiem šiem procesiem (skaņošanu un trasēšanu) ir tā, ka veicot programmas skaņošanu pa soļiem nav iespējams izsekot to operatoru izpildei, kuri iekļauti procedūrās un funkcijās. Toties veicot trasēšanu, tāda iespēja ir.

Programmas izpilde līdz noteiktai vietai. Gadījumos, kad nepieciešams noskaņot tikai daļu no programmas, var izmantot iespēju apturēt programmas izpildi noteiktā vietā. Lai to veiktu ir nepieciešams:

- novietot kursoru uz rindas, līdz kurai jāizpilda programma;
- aktivizēt komandu **Go to cursor** (no Run). Fiksēt programmas izpildes pieturpunktu (**Breakpoint**) iespējams vēl vairākos veidos: ar komandu **Toggle Breakpoint** (no Local menu), Breakpoint (no **Debug**), aktivizējot komandu **Add breakpoint** (no Debug) un nospiežot **Enter.**

Lai likvidētu apstāšanās punktu, pietiek nospiest klaviatūras taustiņu kombināciju **Ctrl+F8**.

Programmas pārstartēšana. Lai pārstartētu programmu pirms tās darbības beigām, pietiek aktivizēt komandu **Program reset** (no **Run**) vai nospiest kombināciju **Ctrl+F2**. Tā rezultātā programma tiks izpildīta no sākuma.

Mainīgo caurskate un modifikācija. Nepieciešams izpildīt programmu līdz konkrētai vietai, aktivizējot komandu **Watch** (no **Debug**). Tā rezultātā atvērsies logs Watches. Nospiežot **Ctrl+F7** vai taustiņu **Insert**, atvērsies logs **Add Watch.** Pēc tam nepieciešams ievadīt mainīgā nosaukumu un nospiest Enter. Logā Watches parādīsies mainīgā nosaukums un tekošā vērtība. Mainīgā dzēšana logā Watches notiek nospiežot taustiņu **Del** vai **Ctrl+Y**.

Gadījumā, ja vēlamies nomainīt mainīgā vērtību, nepieciešams izpildīt programmu līdz pieturpunktam, aktivizēt komandu **Eveluate /modify** (no **Debug**). Atvērsies dialoga logs **Evaluate and Modify**. Laukā Expression jāievada mainīgā nosaukums, laukā **New Value** mainīgā jaunā vērtība un ar peles kreiso taustiņu nospiest taustiņu Modify. Tā rezultātā laukā **Result** parādīsies mainīgā jaunā vērtība. Pēc tam nospiežam taustiņu **Evaluate** un taustiņu **Cancel**. Izdarīto manipulāciju rezultātā programmas izpildi varam turpināt jau ar jauno mainīgā vērtību.

Paziņojumu kodi par kļūdām Turbo Pascal valodas programmās

Iepazīsimies ar tipiskākajiem paziņosumiem par kļūdām , ar kurām nākas sastapties

programmu kompilācijas un izpildes gaitā.

Paziņojumi par kompilācijas kļūdām.

1. **Out of memory** (iziets ārpus atmiņas robežām). Kļūda parādās gadījumā, ja kompilātors ir izmantojis visu tam atvēlēto atmiņu. To var novērst izmainot apgabala *Destination* no *Memory* vērtību.
2. **Identifier expected** (Tiek gaidīts identifikātors)**.** Šai vietā jāatrodas identifikātoram.
3. **Unknown identifier** (Nepazīstams identifikators)**.**
4. **Duplicate identifier** (identifikatora atkārtojums).
5. **Syntax error** (Sintaktiska kļūda). Tekstā atrasts nepieļaujams simbols. Iespējams, ka trūkst simbols – iekava, vai nepareizi uzrakstīts identifikators vai operators.
8. **String constant exceeds line** (Teksta virkne konstante pārsniedz atļauto rindiņas garumu).
21. **Error in type** (kļūda tipa noteikšanā). Tipa noteikšana nevar sākties ar šo simbolu.
26. **Type mismatch** (Tipu neatbilstība). Paziņojuma cēloņi var būt: mainīgā un izteiksmes tipu neatbilstība piešķires operātorā; faktisko un formālo parametru tipu neatbilstība vēršoties pie procedūrām vai funkcijām; izteikmju operandu tipu neatbilstība.
30. **Integer constant expected** (Tiek prasīta vesela tipa konstante)
31. **BEGIN expected** (Nepieciešams operators BEGIN)

Liktenīgās kļūdas.

200. Division to zero (Dalīšana ar nulli).

205 Floating point overflow (Pārpildīšana veicot operācijas ar peldošu punktu).

207. Invalid floating point operation (Neiespējama darbība ar reālu skaitli). Kļūdas iemesli: reālais skaitlis, kurš tiek nodots funkcijai *Trunc* vai *Round* nevar tikt pārveidots par veselu tipa *Longint* pieļaujamā intervāla robežās; funkcijas sqrt arguments ir negatīvs; funkcijas ln arguments ir negatīvs vai nulle.

215. Arithmetic overflow error (Kļūda veicot matemātisku operāciju). Šāda kļūda rodas, piemēram, ja izteiksmes vērtība pārsniedz definēto vērtību diapozonu.

Literatūra.

- G SPALIS. Turbo Pascal for Windows ikvienam. Rīga, Datorzinību Centrs. 1998., 126 lpp.
- L. KUZMINA, J. KUZMINS. Pascal valoda skolēniem un skolotājiem. Lielvārds. 2001, 96 lpp.
- Ю.А. АЛЯЕВ, О.А. КОЗЛОВ. Алгоритмизация и языки программирования .Москва, Финансы и статистика, 2002, 319 стр.
- Г.РАПАКОВ, С. РЖЕУЦКАЯ. Turbo Pascal для студентов и школьников. БХВ – Петербург, 2002, 349 стр.
- С. А. НЕМНЮГИН. Turbo Pascal. Питер, 2003, 491 стр.